



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto –UFOP  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**COVID-19: UMA ANÁLISE GLOBAL DE FATORES QUE  
INFLUENCIAM NA CARACTERIZAÇÃO DA DOENÇA**

**KEYLA REIS MIRANDA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**JOÃO MONLEVADE**

Dezembro, 2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto –UFOP  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



**KEYLA REIS MIRANDA**

## **COVID-19: UMA ANÁLISE GLOBAL DE FATORES QUE INFLUENCIAM NA CARACTERIZAÇÃO DA DOENÇA**

Trabalho de Conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Ouro Preto como parte dos requisitos  
para obtenção do Título de Bacharel em  
Engenharia de Produção pelo Instituto de  
Ciências Exatas e Aplicadas da  
Universidade Federal de Ouro Preto

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Paula  
Reis

**JOÃO MONLEVADE**

**Dezembro, 2021**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M672c Miranda, Keyla Reis .

COVID-19 [manuscrito]: uma análise global de fatores que influenciam na caracterização da doença. / Keyla Reis Miranda. - 2021.

57 f.: il.: color., gráf., mapa. + Quadros.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Paula Reis.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Análise fatorial . 2. Análise multivariada . 3. Covid-19. 4. Estatística.  
I. Reis, Luciana Paula. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 519.2

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ICEA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Keyla Reis Miranda

**COVID-19: Uma análise global de fatores que influenciam na caracterização da doença**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 13 de dezembro de 2021

Membros da banca

Dra. Luciana Paula Reis - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dr. June Marques Fernandes - (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dr. Rafael Lucas Machado Pinto - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Luciana Paula Reis, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/12/2021



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Paula Reis, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/12/2021, às 09:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0261542** e o código CRC **67B18C9D**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.013433/2021-55

SEI nº 0261542

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000  
Telefone: - www.ufop.br



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por não ter me deixado desistir, sem sua força diária eu não teria chegado até aqui.

Aos meus pais, Marli e Mário pelo apoio e amor incondicional. Ao meu irmão Cleiton, pelo carinho e companheirismo. Obrigada por terem sonhado junto comigo, por terem permitido que eu voasse cada vez mais longe, e por todas as vezes que mesmo com a distância e a dificuldade sempre se fizeram presente.

Aos meus amigos, agradeço por todos os momentos juntos, pelos conselhos, rocks, trocas de experiências e principalmente por tornarem essa caminhada mais fácil.

A UFOP, pela oportunidade de aprender e me desenvolver como pessoa e profissional. A todos os professores do ICEA que contribuíram para minha formação, agradeço por todos os ensinamentos e aprendizados nesse período.

Agradeço em especial a minha orientadora, Luciana Paula, por toda paciência, todo apoio e disponibilidade durante o desenvolvimento desse trabalho.

Por fim, a todos que caminharam comigo fica aqui o meu sincero agradecimento.



---

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto –UFOP  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



**“Todos os nossos sonhos podem se realizar,  
se tivermos coragem de persegui-los.”**

**(Walt Disney)**



## RESUMO

O SARS -COV-2, mais conhecido como COVID-19, surgiu na cidade de Wuhan, na província de Hubei, na China, em dezembro de 2019, e se espalhou rapidamente por todo o mundo. Um vírus novo e uma situação totalmente atípica, onde entender o comportamento do vírus se faz extremamente importante, bem como, conhecer as variáveis que possuem influência direta na disseminação e caracterização do COVID-19 nos países. Por essa razão, o objetivo desse estudo é avaliar se os construtos fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais e os recursos de saúde que influenciam na disseminação da doença, bem como a vacinação, afetam a caracterização da COVID-19 nos países ao redor do mundo, antes e após o início da vacinação. Para isso, foi criado um banco de dados, com 166 países e 19 variáveis. Em seguida, foi elaborado um modelo de mensuração de forma a ilustrar como as variáveis se uniam para representar os construtos, e a relação de cada construto com a caracterização da doença. Por conseguinte, o modelo foi validado por meio da Análise de Equações estruturais (SEM), no qual foram realizadas, uma análise fatorial exploratória e uma análise de validade discriminante. A partir disso, a regressão linear múltipla foi usada para analisar a estrutura da relação de causa e efeito entre os construtos, ou seja, verificar se os fatores realmente influenciam na caracterização da doença antes e após a vacinação. Por fim, uma análise de agrupamentos foi realizada para avaliar a similaridade entre os países que compunham a amostra. Como resultado, verificou-se que os fatores socioeconômicos, demográficos e a vacinação possuem uma relação positiva, estatisticamente significativa com a caracterização da doença. Enquanto a temperatura se mostrou inversamente correlacionada. Concluiu-se ainda, por meio da análise de cluster, que os países Cuba, Uruguai, Maldivas, Mongólia, Catar e Montenegro se diferem dos demais, quando se trata dos fatores analisados.

**Palavras-chave:** Covid-19, Caracterização, Fatores, Influência



## ABSTRACT

SARS -COV-2, better known as COVID-19, emerged in the city of Wuhan, Hubei Province, China, in December 2019, and quickly spread throughout the world. A new virus is a totally atypical situation, where understanding the behavior of the virus is extremely important, as well as knowing the variables that have a direct influence on the dissemination and characterization of COVID-19 in countries. For this reason, the aim of this study is to assess whether the socioeconomic, demographic, environmental and health resource factors that influence the spread of the disease, as well as vaccination, affect the characterization of COVID-19 in countries around the world, before and after the start of vaccination. For this, a database was created, with 166 countries and 19 variables. Then, a measurement model was developed in order to illustrate how the variables came together to represent the constructs, and the relationship of each construct with the characterization of the disease. Therefore, the model was validated through Structural Equation Analysis (SEM), in which an exploratory factor analysis and a discriminant validity analysis were performed. From this, multiple linear regression was used to analyze the structure of the cause and effect relationship between the constructs, that is, to verify whether the factors really influence the characterization of the disease before and after vaccination. Finally, a cluster analysis was performed to assess the similarity between the countries that made up the sample. As a result, it was found that socioeconomic and demographic factors and vaccination have a positive, statistically significant relationship with the characterization of the disease. While temperature was inversely correlated. It was also concluded, through the cluster analysis, that the countries Cuba, Uruguay, Maldives, Mongolia, Qatar and Montenegro differ from the others when it comes to the analyzed factors.

**Keywords:** Covid-19, Characterization, Factors, Influence



### Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo de Mensuração.....	17
Figura 2 - Fluxograma com as etapas da pesquisa .....	19
Figura 3- Taxa de Infecção entre os países.....	20
Figura 4- Taxa de Mortalidade entre os países.....	21
Figura 5- Taxa letalidade entre os países.....	22
Figura 6- Taxa de vacinação entre os países .....	23
Figura 7- Coeficiente de Correlação.....	24
Figura 8- Modelo final após análise exploratória.....	34
Figura 9- Modelo após a validação por meio da SEM .....	39

### Lista de Gráficos

Gráfico 1- Quantidade de países por continente.....	14
---	----

### Lista de Quadros

Quadro 1- Caracterização da doença .....	6
Quadro 2 - Medidas para contenção doença.....	7
Quadro 3 - Variáveis que afetam a disseminação do Covid.....	10
Quadro 4 - Variáveis brutas e fontes de acesso .....	12
Quadro 5 - Variáveis Calculadas .....	13
Quadro 6 - Relação de países excluídos da amostra.....	14
Quadro 7 - Formação dos construtos .....	16
Quadro 8 - Matriz de Correlação.....	25
Quadro 9 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Caracterização da doença antes da vacinação.....	27
Quadro 10 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Caracterização da doença antes da vacinação após eliminar CA3 .....	28
Quadro 11 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Caracterização da doença após o início da vacinação, após eliminar CP3 .....	29



Quadro 12 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Fatores Socioeconômicos .....	30
Quadro 13 - AFE e teste de confiabilidade final para o construto Fatores Socioeconômicos .....	31
Quadro 14 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Fatores Demográficos.....	32
Quadro 15 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Recursos de Saúde	33
Quadro 16 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Vacinação .....	33
Quadro 17 - Correlações entre as variáveis latentes do modelo proposto.....	35
Quadro 18 - Modelo gerado tendo como variável dependente a caracterização da doença antes da vacinação .....	37
Quadro 19 - Modelo gerado tendo como variável dependente a caracterização da doença após o início da vacinação .....	38
Quadro 20 - Separação dos agrupamentos .....	40
Quadro 21 - Centroides do grupo .....	41



## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Caracterização da COVID-19.....	5
2.2 Medidas para contenção da doença .....	6
2.3 Variáveis que influenciam na disseminação da COVID .....	8
3. METODOLOGIA DE PESQUISA .....	11
3.1 Classificação da pesquisa .....	11
3.2 Coleta dos dados.....	11
3.3 Análise dos dados .....	15
3.4 Modelo de mensuração e etapas da pesquisa.....	15
4. Caso Prático.....	20
4.1 Caracterização da amostra.....	20
4.2 Análise das Correlações.....	24
4.3 Aplicação do modelo.....	26
4.3.1 Análise Fatorial Exploratória (AFE) .....	26
4.3.2 Validade Discriminante .....	34
4.3.3 Regressão Linear Múltipla.....	36
4.4 Análise de Cluster.....	40
5. Resultados e Conclusões .....	43
5.1 Reflexões sobre os resultados.....	43
5.2 Conclusão .....	46
REFERÊNCIAS .....	49
6. ANEXOS .....	54



## 1. INTRODUÇÃO

O novo coronavírus, que surgiu na China em dezembro de 2019 e se expandiu rapidamente por todo o mundo, atualmente é considerado o maior problema de saúde pública global. Em janeiro de 2020, o surto de COVID-19 foi declarado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma pandemia, e tornou-se motivo de grande atenção, visto que uma das dificuldades especiais apresentadas pelo coronavírus está relacionada ao fato de que, uma parte significativa das pessoas infectadas são assintomáticas, podendo acelerar a disseminação sem serem detectados (THRON *et al.*, 2021).

Por essa razão, desde o início da pandemia, os números referentes ao nível de infecção e morte pelo COVID vem crescendo consideravelmente e, atualmente, o número de casos confirmados já ultrapassa a marca de 237,27 milhões, e mais de 4,85 milhões de vidas já foram ceifadas por esse vírus (OUR WORLD IN DATA, 2021).

De fato, é notório que o COVID-19 trouxe grandes impactos na vida das pessoas em nível global e que sua disseminação ocorreu em grande velocidade. Diante disso, os governos e demais partes interessadas tiveram que tomar inúmeras precauções para combater e conter a disseminação do vírus, além de buscar a diminuição dos danos econômicos que surgiriam paralelamente (MALLAH *et al.*, 2021).

Segundo Schlosser *et al.* (2020), muitos países implementaram, por exemplo, diversas políticas de contenção, com o intuito de mitigar a propagação da doença. Muitas dessas políticas eram voltadas à limitação da mobilidade urbana, tendo como foco a redução dos contatos de proximidade, visto que esse é considerado o principal propulsor da propagação da doença (SCHLOSSER *et al.*, 2020).

Diante do cenário atual, observa-se que o surgimento do novo coronavírus trouxe inúmeras incertezas e, por se tratar de uma doença e de uma situação recente, as lacunas do conhecimento e de informações sobre ela ainda é enorme (CASTRO *et al.*, 2020). Ainda assim, desde o surto da COVID-19, considerando sua alta taxa de transmissibilidade, pesquisas têm sido conduzidas com velocidade incomparável, com o intuito de explicar sua fisiopatologia, diagnóstico, curso clínico e melhor tratamento (VIEIRA *et al.*, 2020).



No entanto, de acordo com Notari e Torrieri (2020), o fato de que a taxa de crescimento de contágio tem uma variabilidade muito alta entre diferentes países, dificulta no entendimento sobre os fatores que realmente influenciam na disseminação da doença. Mas, ainda assim, fica evidente que em situações pandêmicas como a vivida atualmente, entender o comportamento do vírus é extremamente importante, bem como, conhecer as variáveis que possuem influência direta na disseminação e caracterização da COVID-19 no país.

No que diz respeito a essas variáveis, alguns dos estudos relevantes encontrados na literatura, fazem a classificação delas em fatores de níveis sociais, econômicos, demográficos, ambientais, topográficos, socioeconômicos e sociodemográficos (AABED e LASHIN, 2021; HERRERA *et al.*, 2021; MOLLALO *et al.*, 2021; NAKADA e URBAN, 2021, AREFIN *et al.*, 2021; AHMADI *et al.*, 2020; SPADA *et al.*, 2021; BENITA e SANCHEZ, 2021; ZHANG *et al.*, 2021 e GALVAN *et al.*, 2020).

No entanto, nenhum dos estudos encontrados agrupa fatores em construtos relacionados a medidas de prevenção e tratamento, ou seja, recursos de saúde e especialmente a vacinação, que não foi abordada em nenhum dos estudos. Contudo, fica evidente que esses são construtos ainda pouco explorados na literatura.

Embora muitos estudos sobre a disseminação da Covid-19 tenham sido realizados até agora, a discussão e análise abrangente da perspectiva em nível global ainda são limitadas. Dentre os diversos estudos encontrados, a maioria aborda cidades ou países específicos. Somente três desses estudos fazem a análise em nível global (NOTARI e TORRIERI, 2020; SPADA *et al.*, 2021 e RAHMAN *et al.*, 2020), no qual analisam variáveis como densidade demográfica, temperatura, % população idosa e % da população residente em área urbana.

Outras variáveis que não foram abordadas nesses estudos a nível global, mas que também influenciam na disseminação do COVID-19, foram, portanto, encontradas em pesquisas de regiões específicas. Dentre desse contexto, estão variáveis como, o número de leitos hospitalares e de médicos (ZHANG *et al.*, 2021 e XIE *et al.*, 2020), o IDH e o PIB (NAKADA e URBAN, 2021 e XIONG *et al.*, 2020), o % da população com acesso a rede sanitária (CRUZ e SANTOS, 2021) e o % da população abaixo do nível da pobreza (BENITA e SANCHEZ, 2021).



Contudo, pode-se dizer que a lacuna a ser abordada neste presente trabalho se encontra em:

- Explorar a falta de estudos sobre as medidas de prevenção e tratamento, especialmente no que se diz respeito às vacinas.
- Analisar a influência das variáveis números de leitos hospitalares, números de médicos, % da população com acesso a rede sanitária, % da população abaixo do nível da pobreza, IDH e o PIB, também em um contexto global.

Com o intuito de suprir essas lacunas de pesquisa e levando-se em consideração que assim como é importante conhecer as características clínicas e epidemiológicas da doença, é imprescindível analisar também quais as circunstâncias que favorecem sua disseminação (GUIMARÃES *et al.*, 2020), o objetivo geral desse trabalho é: Avaliar se os construtos fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais e os recursos de saúde que influenciam na disseminação da doença, bem como a vacinação, afetam a caracterização da COVID-19 nos países ao redor do mundo, antes e após o início da vacinação.

E os objetivos específicos são:

- ✓ Identificar as variáveis que caracterizam a doença
- ✓ Identificar as variáveis que influenciam na disseminação da doença
- ✓ Identificar as variáveis que qualificam as medidas de prevenção da doença
- ✓ Estruturar um modelo para verificar o grau de relação dos fatores com a caracterização da doença

Em relação a justificativa desse estudo, a mesma se dá com base no fato de que para conter o avanço da doença e minimizar os impactos ocasionados por ela nos diversos âmbitos, os países precisaram adotar medidas com o intuito de diminuir a propagação do vírus.

No entanto, observa-se que, o número de infectados e de mortes não seguiram o mesmo padrão, ou seja, a adoção dessas medidas, não tiveram o mesmo impacto em todos os países. Isso pode ser explicado pela existência de fatores distintos que podem ter influenciado a diferença na caracterização da COVID-19 em cada país.



Partindo desse ponto, espera-se contribuir com o conhecimento acerca da relação entre esses fatores, de modo que os tomadores de decisões possam vir a direcionar novas medidas para o enfrentamento da pandemia. Além de contribuir para o entendimento de que, a mitigação de alguns fatores pode auxiliar na redução da disseminação da doença.

Além disso, deseja-se colaborar com a literatura sobre o tema em questão, visto que poucos estudos são feitos em um contexto global. Espera-se que esta pesquisa possa agregar para outros estudos e para um melhor entendimento dos fatores que afetam a disseminação da doença e dos fatores que ajudam a preveni-la.

Quanto à estrutura do trabalho, o mesmo está dividido em cinco seções. A primeira seção tem como objetivo introduzir o assunto que será discutido no trabalho. Esta seção também apresenta os objetivos e a justificativa do trabalho. A segunda seção apresenta um embasamento teórico sobre os temas discutidos no decorrer do trabalho. A terceira seção, apresenta os métodos e procedimentos realizados para constituir o trabalho. A quarta seção refere-se ao desenvolvimento do trabalho, onde são apresentados todo o processo de análise e os resultados obtidos. Por fim, na quinta seção é feita uma conclusão do trabalho, ressaltando alguns pontos que foram importantes, limitações e sugestões para trabalhos futuros.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização da COVID-19

O SARS -COV-2, mais conhecido como COVID-19, surgiu na cidade de Wuhan, na província de Hubei, na China, em dezembro de 2019, e se espalhou rapidamente por todo o mundo, sendo caracterizado como uma doença infectocontagiosa, causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (BRITO, 2020). Dado ao fato de que os seus sintomas são relativamente leves e de que pode se espalhar antes do início dos sintomas, esse surto do novo coronavírus evoluiu para uma das piores pandemias globais (YANG, 2021).

Com o seu alto índice de contaminação e a rapidez com que se espalhou, crescendo de forma exponencial, os tomadores de decisão de todos os países tiveram que trabalhar no desenvolvimento de medidas e identificação de restrições que iriam efetivamente conter a sua disseminação sem sufocar as atividades econômicas (ILIN *et al.*, 2021).

Inicialmente, uma tarefa que não seria fácil, um vírus novo e uma situação totalmente atípica, onde as lacunas de conhecimento ainda eram imensas. No entanto, segundo Negri *et al.* (2020) muitos estudos já vêm sendo realizados, pesquisadores e cientistas têm se mobilizado para levantar e entender tanto os efeitos da doença para a população, quanto os impactos econômicos sociais que a mesma ocasiona.

De acordo com Mallah *et al.* (2021), a sua transmissão ocorre principalmente por meio de gotículas respiratórias, diretamente do ar, quando um paciente infectado tosse ou espirra, ou na forma de fômites em superfícies. Por isso, manter o distanciamento social, a higiene das mãos e o uso de equipamentos de proteção individual, ainda continuam sendo formas de precauções mais eficazes (MALLAH *et al.*, 2021).

Considerando esse cenário, segundo Wong, Leo e Tan (2020), é imprescindível nesse momento que o espírito colaborativo entre as nações, instituições e áreas médicas seja enfatizado, principalmente no que diz respeito à troca de conhecimentos e experiências para contenção dessa doença.

Por essas razões, torna-se relevante conhecer as estatísticas dos países em relação ao coronavírus. Os números de casos e mortes representam a gravidade da



situação em um contexto global, bem como contribuem para que, por meio deles, os países possam desenvolver medidas que respondam de forma efetiva ao problema (OLIVEIRA, 2020).

Contudo a caracterização da Covid-19 em um país, pode ser analisada por meio das taxas de infecção, de mortalidade e de letalidade (OLIVEIRA, 2020). De acordo com o autor, esses são números de suma importância para que os governos consigam analisar a situação do país e, assim, adotar medidas para prevenção e controle da transmissão. O quadro 1, mostra como cada um desses indicadores são calculados.

Quadro 1- Caracterização da doença

Variáveis	Descrição	Autores
Taxa de Infecção	Refere-se ao número de infectados pela doença em referência ao total da população	Oliveira (2020) Rahman <i>et al.</i> (2020)
Taxa de Mortalidade	Refere-se ao número de óbitos pela doença em referência ao total da população	Demenech <i>et al.</i> (2020) Oliveira (2020)
Taxa de Letalidade	Calculada a partir do número de mortes pela doença e o número total de contaminados	Oliveira (2020) Benita e Sacher (2021)

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.2 Medidas para contenção da doença

Segundo Zhang *et al.* (2020), a falta de um conhecimento assertivo sobre a transmissão do vírus, tem impedido o desenvolvimento de medidas mais eficazes para a contenção do COVID. No entanto, observa-se que, muitas medidas vêm sendo adotadas pelos governos com o intuito de reduzir a disseminação do vírus e, conseqüentemente, diminuir os números de infectados e mortos pela doença. Kraemer *et al.* (2020) chegaram à conclusão que medidas de controle impostas pelo governo como restrição a mobilidade, isolamento social, higiene e restrições de viagens por exemplo, mitigaram substancialmente a disseminação do COVID-19.

Além disso, considerando a proporção do impacto econômico e humanitário ocasionado pela pandemia do coronavírus, muitos países começaram a impulsionar a utilização de novas tecnologias para acelerar as pesquisas em relação a vacinação que seria um dos principais recursos para o enfrentamento da pandemia (LIMA, ALMEIDA e KFOURI, 2021).



Ainda de acordo com Lima, Almeida e Kfourri (2021), em uma rapidez nunca antes vista, a primeira candidata a uma vacina entrou em testes clínicos em seres humanos por volta de março de 2020, e em 08 de dezembro de 2020, no Reino Unido, a primeira pessoa do mundo recebia a primeira dose de um imunizante contra o COVID-19, fora de um ensaio clínico (HOLTON, 2020).

Contudo, observa-se que muitas medidas para tentar diminuir os impactos e os números da pandemia foram criadas, no entanto, em relação a vacinação pouco se sabe sobre a influência que ela vem tendo na caracterização da doença nos países. Nota-se que, na literatura, a maioria dos estudos que abordam esse tema, normalmente, analisam a eficácia de uma determinada vacina. O estudo de Hung e Poland (2021), por exemplo, afirmam, ao analisar a eficácia da vacina de dose única Oxford-Astrazeneca, que o imunizante realmente atua na redução da propagação do vírus.

No mesmo contexto, Dagan *et al.* (2021) concluem com sua pesquisa, que as vacinas podem sim ajudar a mitigar os efeitos globais da pandemia do COVID-19. Contudo, fica evidente que a imunização da população tende a diminuir a transmissibilidade do vírus, quando combinada com isolamento e distanciamento social bem sucedidos (TENORIO, 2021).

Diante do exposto, o quadro 2 apresenta as medidas que podem influenciar na caracterização da doença com base nos autores coletados na literatura.

Quadro 2 - Medidas para contenção doença

Variáveis	Conclusão dos Autores	Autores
Medidas de controle: isolamento social, higiene, restrição a mobilidade	As medidas de controle impostas pelo governo, mitigaram substancialmente a disseminação do COVID-19	Kraemer et al. (2020) Aquino et al. (2020)
Percentual população vacinada primeira dose	A vacinação da população reduz a gravidade das infecções e a taxa de mortalidade	Tenorio (2021)
Percentual população totalmente vacinada		

Fonte: Elaborado pelo autor



### 2.3 Variáveis que influenciam na disseminação da COVID

Com a velocidade em que o vírus se espalhou ao redor do mundo, muitos pesquisadores tem voltado esforços para entender a forma como ele é transmitido, medidas que são importantes para conter sua transmissão, e, principalmente, as variáveis que influenciam na sua rápida disseminação.

Considerando que há um grande número de variáveis que podem influenciar na disseminação da doença, a literatura agrupa essas variáveis em alguns fatores, conforme pode ser visto abaixo:

- Fatores Ambientais (AABED e LASHI, 2021; HERRERA *et al.*,2021; MOLLALO *et al.*,2021; NAKADA e URBAN,2021);
- Fatores Sociodemográficos (ZHANG *et al.*,2021);
- Fatores Demográficos (MOLLALO *et al.*,2021; MOGI e SPIJKER,2021);
- Fatores Climáticos (AREFIN *et al.*,2021; AHMADI *et al.*,2020; SPADA *et al.*,2021; BENITA e SANCHEZ, 2021);
- Fatores Socioeconômicos: (GALVAN *et al.*, 2020; MOLLALO *et al.*,2021; BENITA e SANCHEZ, 2021; ARBEL *et al.*,2021);
- Recursos de Saúde: (ZHANG *et al.*,2021; GALVAN *et al.*,2020; BENITA e SANCHEZ, 2021);

Em relação aos fatores ambientais e climáticos, de acordo com (AABED e LASHIN, 2021; NAKADA e URBAN,2021), variáveis como a temperatura da superfície por exemplo, podem também influenciar na disseminação da doença, concordando que baixas temperaturas se relacionam com a rápida propagação do vírus. Além disso, segundo Arefin *et al.* (2021), a alta velocidade do vento também é uma condição climática que contribui para o aumento de casos do covid-19, assim como a poluição do ar que também impulsiona o aumento da disseminação viral (AABED e LASHIN, 2021; BENITA e SANCHEZ, 2021).

No que diz respeito aos fatores demográficos e sociodemográficos, segundo (NAKADA e URBAN ,2021; AHMADI *et al.*,2020; SPADA *et al.*,2021), a taxa de infecção de COVID-19 se mostrou positivamente correlacionada com a densidade populacional, o que indica segundos esses autores que países com alta densidade populacional tendem a apresentar maior número de casos de infecção.



No entanto, encontra-se ainda na literatura uma divergência quando se trata da densidade demográfica, visto que outros autores obtiveram resultados diferentes, como é o caso de Zhang *et al.* (2021) que afirma que cidades com densidade demográfica mais baixa possuem maior incidência de COVID-19, apesar de que deixa claro, ser necessário explorar mais a fundo essa relação da densidade populacional com a incidência de COVID-19.

Contudo, ainda em relação aos aspectos demográficos, Leiva *et al.* (2020) afirmam que a taxa de urbanização influencia na disseminação da doença, visto que interfere na taxa de distanciamento social e, conseqüentemente, no ritmo de contágio da doença.

Quanto aos fatores socioeconômicos, de acordo com Mollalo *et al.* (2021); Benita e Sanchez (2021), a desigualdade de renda possui influência significativa sobre a taxa de infecção, apresentando uma forte relação positiva. Além disso, observa-se que o aumento da transmissão do COVID-19 tem forte relação com a desigualdade social. De acordo com Santos (2020), comunidades sem infraestrutura, sem saneamento básico e em áreas com forte concentração populacional tendem a ter uma taxa de transmissão muito maior.

Do mesmo modo, nota-se que nos países que possuem maior PIB, há uma maior incidência de COVID-19 e, conseqüentemente, maior disseminação (ZHANG *et al.* 2021). Ademais, observa-se que a taxa de isolamento social possui uma relação negativa com a taxa de infecção pela covid, indicando que o distanciamento social tem sido efetivo na redução da propagação do vírus (NAKADA e URBAN, 2021).

Em relação aos recursos de saúde, Zhang *et al.* (2021) afirmam que melhores recursos de saúde e maiores quantidade de leitos médicos, ajudam a identificar as fontes de infecção, evitando a disseminação do vírus e reduzindo sua incidência. Ademais, Galvan *et al.* (2020) apontam que, a infraestrutura hospitalar influencia nas taxas de casos e óbitos, ou seja, cidades com menos leitos de UTI, menor número de médicos e enfermeiros, apresentam maiores índices de casos e mortalidade ocasionadas pelo COVID-19.

Por fim, de acordo com Galvan *et al.* (2020), para afirmarem sobre quais fatores realmente retardam ou prolongam a disseminação do vírus, é importante levantar



informações sobre o maior número possível de variáveis que podem influenciar no comportamento da doença. Contudo, observa-se que muitos estudos vêm sendo realizados, buscando identificar as variáveis que possuem essa influência. O anexo 1, traz uma relação de diversos autores e respectivas variáveis que já foram trabalhadas nesse contexto. Entre essas diferentes variáveis, a presente pesquisa destaca 11 que contribuem para a disseminação da Covid, como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Variáveis que afetam a disseminação do Covid.

Fatores	Variáveis	Conclusão dos Autores	Autores
Fatores Demográficos	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Países com alta densidade populacional tendem a apresentar maior número de casos de infecção	Nakada e Urban(2021) Ahmadi <i>et al.</i> (2020); Spada <i>et al.</i> (2021)
	População Residente em área urbana (%)	A estrutura urbana e maiores taxas de urbanização interferem na taxa de distanciamento social e no ritmo de contágio da doença	Leiva et al (2020) Notari, Torrieri (2020)
Fatores Socioeconômicos	Índice de Desenvolvimento Humano	Aumento no índice de desenvolvimento humano (IDH) resulta em aumento exponencial nas chances de infecção e morte	Liu <i>et al.</i> (2020)
	População com acesso a rede sanitária (%)	Más condições sanitárias na maioria das nações aumentam sua vulnerabilidade ao novo coronavírus devido ao alto risco de contaminação	Cruz, Santos(2021)
	População idosa (%)	Pessoas idosas estão sujeitas a maior mortalidade e contaminação.	Notari, Torrieri (2020)
	População: obesidade - Taxa de incidência da população adulta (%)	Obesidade está fortemente associada positivamente com casos os confirmados e óbitos	Benita e Sachez (2021) Notari e Torrie (2020)
	População abaixo do nível de pobreza (%)	A desigualdade econômica pode exercer papel importante no impacto da COVID-19.	Demenech et al. (2020)
	PIB	Países que possuem maior PIB, há uma maior incidência de COVID-19 e, conseqüentemente, maior disseminação	Zhang et al. (2021)
Ambiental	Temperatura do país	Quanto menor a temperatura maior é a facilidade de transmissão da doença.	Arefin et al.(2021) Spada et al.(2020)
Recursos de Saúde	Leitos hospitalares/1000 pessoas	Quanto menor a quantidade de leitos hospitalares, maiores são as taxas de casos e óbitos	Zhang <i>et al.</i> (2021) Galvan <i>et al.</i> (2020) Xie et al.(2020)
	Número de médicos/1000 pessoas	Quanto menor o número de médicos, maiores são as taxas de casos e óbitos	Galvan <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaborado pelo autor



### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

Inicialmente, a pesquisa será classificada quanto à natureza, ao objetivo, à abordagem e ao método. Posteriormente, será descrito como foi realizada a coleta de dados e como foi feita a análise.

#### **3.1 Classificação da pesquisa**

Em relação à sua natureza, pode ser considerada uma pesquisa aplicada, pois de acordo com Mello e Turrioni (2012), a pesquisa aplicada não tem como objetivo o progresso científico e sim a aplicação do conhecimento na realidade.

Quanto ao objetivo, o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa descritiva/explicativa, pois visa identificar os fatores que determinam e contribuem para caracterização da doença nos países, bem como os que influenciam em sua disseminação, fazendo o uso de métodos estatísticos para avaliar o impacto da relação entre essas variáveis (MELLO e TURRIONI, 2012).

Em relação a forma de abordar o problema, considerando que será feita uma análise de dados secundários disponibilizados na internet, nota-se que a pesquisa é de caráter quantitativo. De acordo com Mello e Turrinoni (2012), a abordagem quantitativa é aquela que busca traduzir as informações levantadas de forma a analisá-las e classificá-las por meio de técnicas estatísticas, assim como será feito no trabalho em questão.

#### **3.2 Coleta dos dados**

Em relação a coleta de dados, inicialmente foram definidas as variáveis brutas que seriam interessantes para a realização do estudo, tendo um embasamento teórico de outros estudos que já abordaram variáveis nesse contexto. No entanto, como o banco de dados estruturado seria de nível global, foi necessário avaliar e limitar a análise a variáveis que tivessem informações senão de todos, da maioria dos países. Partindo desse ponto, foram definidas 18 variáveis brutas que foram coletadas.

Todas essas variáveis que compõem o banco de dados da pesquisa, são oriundas de dados secundários disponibilizados na internet, como pode ser observado no quadro 4.



Quadro 4 - Variáveis brutas e fontes de acesso

Variáveis	Fonte	Acesso
População	<a href="https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa">https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa</a>	09/10/2021
Número de infectados antes da vacina	<a href="https://ourworldindata.org/coronavirus">https://ourworldindata.org/coronavirus</a>	09/10/2021
Número de Infectados após início da vacinação		
Número de mortes antes da vacina		
Número de mortes após o início da vacinação		
Número de vacinados primeira dose	<a href="https://news.google.com/covid19/map?hl=pt-BR&amp;mid=%2Fm%2F0j4b&amp;gl=BR&amp;ceid=BR%3Apt-419&amp;state=3">https://news.google.com/covid19/map?hl=pt-BR&amp;mid=%2Fm%2F0j4b&amp;gl=BR&amp;ceid=BR%3Apt-419&amp;state=3</a>	09/10/2021
Número de vacinados duas doses		
% População residente em área urbana	<a href="https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa">https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa</a>	10/09/2021
Leitos hospitalares/1000 pessoas	<a href="https://www.indexmundi.com/map/?t=0&amp;v=2227&amp;r=xx&amp;l=pt">https://www.indexmundi.com/map/?t=0&amp;v=2227&amp;r=xx&amp;l=pt</a>	12/09/2021
Número de médicos/1000 pessoas		
Densidade demográfica	<a href="https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa">https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa</a>	15/09/2021
Índice de desenvolvimento humano		
População com acesso à rede sanitária		
População idosa	<a href="https://ourworldindata.org/coronavirus">https://ourworldindata.org/coronavirus</a>	09/10/2021
PIB per Capta		
População: obesidade - Taxa de incidência da população adulta	<a href="https://www.indexmundi.com/map/?t=0&amp;v=2227&amp;r=xx&amp;l=pt">https://www.indexmundi.com/map/?t=0&amp;v=2227&amp;r=xx&amp;l=pt</a>	18/09/2021
População abaixo do nível de pobreza		
Temperatura	<a href="http://www.average-weather.com/pt/Ásia/rússia">www.average-weather.com/pt/Ásia/rússia</a>	04/10/2021

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação as variáveis brutas, vale ressaltar que os números antes da vacinação dizem respeito aos números de infectados e mortos pelo COVID-19, do início da pandemia até o dia 07 de dezembro de 2020. Enquanto os números após o início da vacinação, são relativos ao período de 08 de dezembro de 2020, data em que começou a vacinação, até a o dia 08 de outubro de 2021.

Após o levantamento dos dados para todos os países, o próximo passo foi realizar o cálculo das variáveis que foram criadas a partir das variáveis brutas, conforme pode ser observado no quadro 5.



Quadro 5 - Variáveis Calculadas

Variáveis	Cálculo
Taxa de Infecção Antes da Vacina	$\frac{\text{Número de Infectados antes da vacina}}{\text{População}}$
Taxa de Infecção Após início da Vacinação	$\frac{\text{Número de Infectados após início da vacinação}}{\text{População}}$
Taxa de Mortalidade Antes da Vacina	$\frac{\text{Número de Mortes antes da vacina}}{\text{População}}$
Taxa de Mortalidade Após Início da Vacinação	$\frac{\text{Número de Mortes após início da vacinação}}{\text{População}}$
Taxa de Letalidade Antes da Vacina	$\frac{\text{Número de Mortes antes da vacina}}{\text{Número de Infectados antes da vacina}}$
Taxa de Letalidade Após Início da Vacinação	$\frac{\text{Número de mortes após início da vacinação}}{\text{Número de infectados após início da vacinação}}$
% População Vacinada 1º Dose	$\frac{\text{Número de vacinados primeira dose}}{\text{População}}$
% População Totalmente Vacinada	$\frac{\text{Número de vacinados duas doses}}{\text{População}}$

Fonte: Elaborado pelo autor

Com todas as variáveis definidas e coletadas, para definição da amostra final a ser analisada, foram excluídos do banco de dados os países que não possuíam dados referentes a alguma das variáveis selecionadas, a relação desses países pode ser vista no quadro 6.

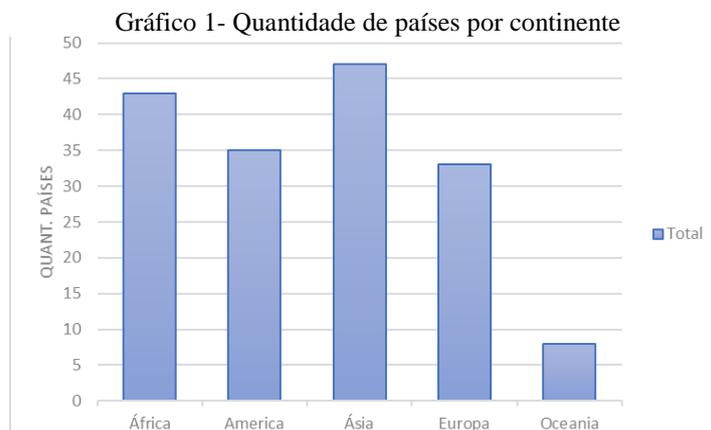


Quadro 6 - Relação de países excluídos da amostra

Países Excluídos	Variável Não Encontrada
Costa do Marfim	Dados COVID
Eswatini / Suazilândia	Dados COVID
Guiné-Bissau	Dados COVID
Ilha de Comores	Dados COVID
Ilhas de Cabo Verde	Dados COVID
Ilhas de Madagascar	Dados COVID
Ilhas de São Tomé e Príncipe	Dados COVID
Ilhas Seychelles	Dados COVID
República de Maurício	Dados COVID
República do Congo	Dados COVID
Sudão do Sul	Dados COVID
Coreia do Norte	Dados COVID
Guiana Francesa	Dados COVID
Moldávia	Dados COVID
Vaticano	Dados COVID
Turcomenistão	Dados Vacinação
Estados Federados da Micronésia	Dados Vacinação
Ilhas Marshall	Dados Vacinação
Palau	Dados Vacinação
Kiribati	Temperatura Média
Nauru	Temperatura Média
Tuvalu	Temperatura Média
Andorra	População abaixo do nível de pobreza
Chipre	População abaixo do nível de pobreza
Finlândia	População abaixo do nível de pobreza
Islândia	População abaixo do nível de pobreza
Liechtenstein	População abaixo do nível de pobreza
Luxemburgo	População abaixo do nível de pobreza
Mônaco	População abaixo do nível de pobreza
Noruega	População abaixo do nível de pobreza
São Marino	População abaixo do nível de pobreza

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim o banco de dados final, conta com 19 variáveis relacionadas a 166 países, divididos entre os 5 continentes. O gráfico a seguir representa a quantidade de países por continente.



Fonte: Elaborado pelo autor



### 3.3 Análise dos dados

Com o banco de dados estruturado, o próximo passo foi a análise desses dados de forma a atender os objetivos da pesquisa em questão. Para auxiliar na realização dessas análises, foram utilizadas técnicas da estatística multivariada, que, segundo Hair *et al.* (2009), permite a análise simultânea de mais de duas variáveis.

Dentre esses métodos foi utilizado a modelagem de equações estruturais que de acordo com Hair *et al.* (2009) é um agrupamento de modelos estatísticos que buscam explicar as relações entre múltiplas variáveis, combinando aspectos de regressão múltipla e de análise fatorial, com o objetivo de estimar, simultaneamente, uma série de relações de dependência. Além da análise de cluster, que tem como objetivo agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos.

A consolidação dessas análises foi feita por meio do Google Colaboratory também conhecido como Google Colab, uma ferramenta em nuvem que permite criar e executar códigos pelo navegador, no qual foi utilizado códigos em Linguagem R e Python, juntamente com o auxílio do software Minitab®. No mais, contou-se com o auxílio do Microsoft Excel® para gerar os mapas de calor, apresentados no tópico de caracterização da amostra, permitindo uma melhor visualização do comportamento da doença pelos países ao redor do mundo.

### 3.4 Modelo de mensuração e etapas da pesquisa

As equações estruturais também objetivam testar os modelos teóricos das relações entre conjuntos de variáveis latentes que podem ser chamados de construtos. Essas variáveis permitem a formação de relações causais estimados pelo modelo e são mensurados por um conjunto de variáveis observadas (AMORIM *et al.*, 2012).

Diante dos conceitos abordados o próximo passo foi, então, separar as variáveis por construtos de acordo com o modelo proposto. Conforme pode ser observado no quadro 7, as variáveis foram agrupadas inicialmente em 7 construtos.



Quadro 7 - Formação dos construtos

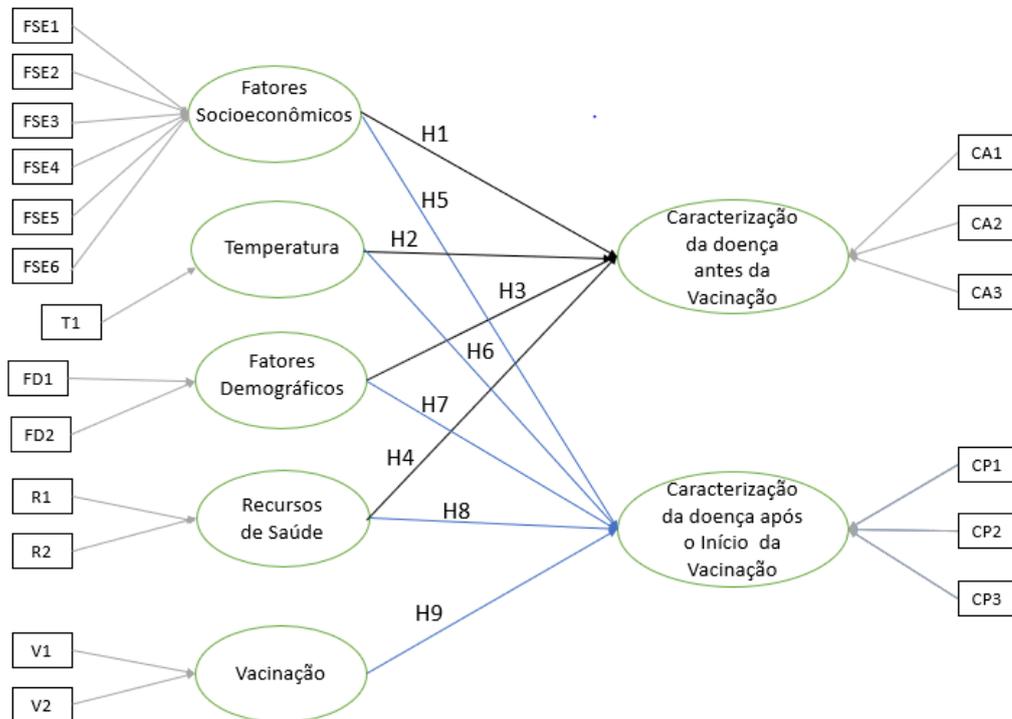
Variável	Índice	Construto
Taxa de Infecção Antes da Vacina	CA1	Caracterização da doença antes da Vacinação
Taxa Mortalidade Antes da Vacina	CA2	
Taxa Letalidade Antes da Vacina	CA3	
Taxa de Infecção Após Início da Vacinação	CP1	Caracterização da doença após o Início da Vacinação
Taxa Mortalidade Após Início da Vacinação	CP2	
Taxa Letalidade Após Início da Vacinação	CP3	
População Residente em area Urbana(%)	FD1	Fatores Demográficos
Densidade Demográfica (hab/km2)	FD2	
Índice de Desenvolvimento Humano	FSE1	Fatores SocioEconômicos
PIB per capta (US\$)	FSE2	
População abaixo do nível de pobreza (%)	FSE3	
População Idosa (%)	FSE4	
Obesidade - Taxa de incidência da população adulta (%)	FSE5	
População com acesso a rede sanitária(%)	FSE6	
Leitos Hospitalares(1000 pessoas)	R1	Recursos de Saude
Nº de Médicos(1000 pessoas)	R2	
Temperatura Média Anual (°C)	T1	Temperatura
% População Vacinada 1º Dose	V1	Vacinação
% População Totalmente Vacinada	V2	

Fonte: Elaborado pelo autor

Seguindo o afirmado por Hair *et al.* (2009), de forma a ilustrar como as variáveis se unem para representar os construtos, foi criado um modelo de mensuração. A figura 1 a seguir, representa o modelo de mensuração criado após a consolidação das variáveis representativas de cada construto. Por meio dela, é possível ter uma percepção visual das relações que se desejam mensurar.



Figura 1 - Modelo de Mensuração



Fonte: Elaborada pelo autor

Por meio desse modelo apresentado, foi possível elaborar as hipóteses que serão validadas no decorrer desse trabalho, e que correlacionam os fatores com a caracterização da doença antes e após a vacinação, sendo elas:

- H1: Os Fatores socioeconômicos do país influenciam na caracterização da doença antes da vacinação;
- H2: A Temperatura do país influencia na caracterização da doença antes da vacinação;
- H3: Os Fatores Demográficos do país influenciam na caracterização da doença antes da vacinação
- H4: Os Recursos de Saúde do país influenciam na caracterização da doença antes da vacinação;
- H5: Os Fatores socioeconômicos do país influenciam na caracterização da doença após o início da vacinação;
- H6: A Temperatura do país influencia na caracterização da doença após o início da vacinação;



- H7: Os Fatores Demográficos do país influenciam na caracterização da doença após o início da vacinação;
- H8: Os Recursos de Saúde do país influenciam na caracterização da doença após o início da vacinação;
- H9: As taxas de vacinação do país influenciam na caracterização da doença;

Após a criação desse modelo de mensuração, é necessária à sua validação por meio da SEM, garantindo assim a confiabilidade levantada a princípio. Pensando nisso, o próximo passo foi fazer uma análise correlação entre as variáveis, de forma a analisar o grau de relação linear entre duas variáveis, avaliando a força da associação de cada elemento com as variáveis de caracterização da doença.

Na próxima etapa foi feita a análise fatorial exploratória que permitiu a identificação de quais variáveis realmente contribuíam para que se formassem cada construtos. Com isso, obteve um modelo mais simplificado.

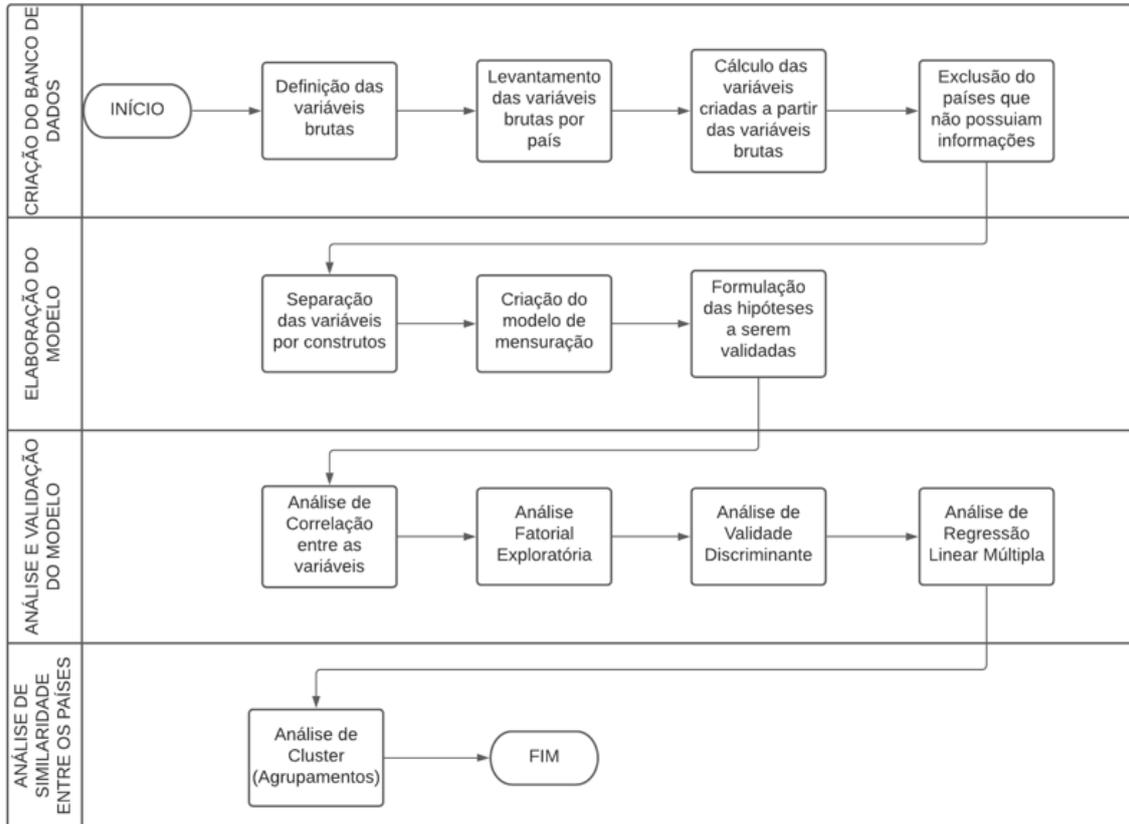
Em seguida foi feita a análise da validade discriminante com o objetivo de averiguar o grau de diferenciação de um construto. Por meio dela, foi possível verificar se os construtos realmente são diferentes entre si, ou seja, se representam diferentes fatores.

Posteriormente, após a preparação e validação dos construtos, passou-se para a fase de discussão do modelo proposto, buscando confirmar se os construtos independentes realmente possuem relação com os de caracterização da doença. Para isso foi usada a técnica de regressão múltipla que segundo Hair *et al.* (2009) é uma técnica que pode ser usada para analisar a relação de causa e efeito entre uma única variável dependente, critério ou explicada, e diversas variáveis independentes, preditoras ou explicativas.

Por fim foi feito a análise de cluster para verificar a similaridade entre os países diante as variáveis analisadas. A figura 2, mostra de uma forma sintetizada as etapas da pesquisa.



Figura 2 - Fluxograma com as etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor



## 4. Caso Prático

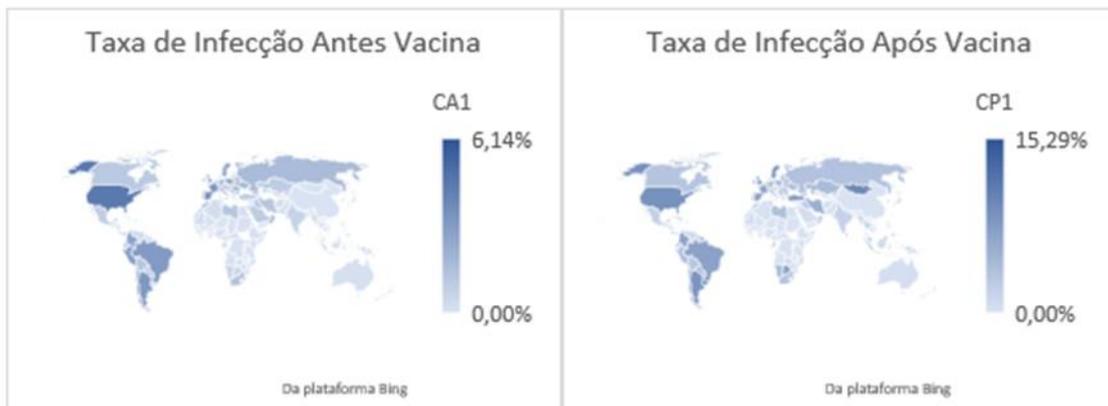
### 4.1 Caracterização da amostra

Conforme mencionado na metodologia, os dados dessa pesquisa são oriundos de dados secundários disponibilizados na internet. Vale lembrar que países que não possuíam informações referente a todas as variáveis foram excluídos da análise. Após a realização da exclusão desses países, a amostra passou a contar com 166 países divididos entre os 5 continentes.

Estes países somam juntos, 235,9 milhões de pessoas já infectadas pelo coronavírus e um número de mortos de aproximadamente 4,84 milhões. Observa-se, no entanto, que a caracterização da covid mostrou comportamentos diferentes em cada continente.

A figura 3, mostra as taxas de infecções por coronavírus espalhadas pelo mundo antes e após o início da vacinação, onde os tons mais escuros, refletem a realidade de países com maiores taxas.

Figura 3- Taxa de Infecção entre os países



Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

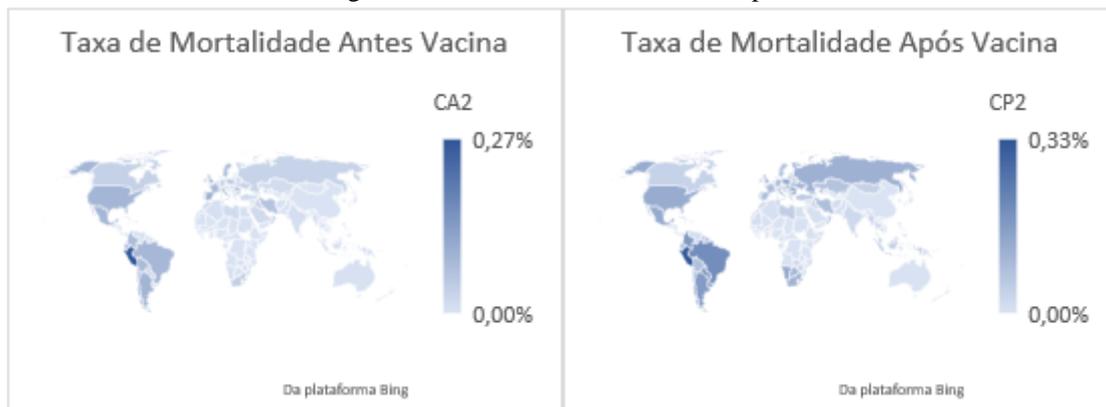
Nota-se que, no geral as taxas de infecção aumentaram de um período para o outro, no período antes do início da vacinação, a maior taxa de infecção nos países ao redor do mundo foi de 6,14%, seguido de 5,10% e 5,09%, enquanto que no período após a vacinação, a maior taxa foi de 15,29% seguida de 13,28% e 12,11%. Em ambos, os momentos as maiores taxas são referentes a Montenegro, país localizado no Sudeste da Europa, as taxas subsequentes antes da vacinação dizem respeito aos países República Tcheca e Bélgica, ambos também localizados na Europa, enquanto as após a vacinação são dos países Maldivas e Chipre que se encontram no continente asiático.



Observa-se, no entanto que as maiores taxas de infecção antes e após o início da vacinação ficaram respectivamente na Europa e na Ásia, com exceção dos Estados Unidos que na fase antes do início da vacinação ocupava a 7ª posição em relação a taxa de infecção.

Em relação a taxa de mortalidade, observa-se na figura 4, que a maior taxa entre os países, não sofreu grande variação de um período para outro. No entanto, é possível notar que as cores do gráfico ficaram mais significativas após o início da vacinação, indicando assim um aumento na taxa de mortalidade em alguns países.

Figura 4- Taxa de Mortalidade entre os países



Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Antes do início da vacinação, o Peru, país localizado na América do Sul, foi o que teve a maior taxa de mortalidade, 0,27% seguido da Bélgica com 0,15% e da Itália com 0,10% (ambos os últimos países, sendo países da Europa). Já no período após, a primeira posição continuou sendo ocupada pelo Peru, com 0,33%, seguido da Hungria e Bósnia com taxas de 0,25% e 0,24% respectivamente.

Todavia, é importante ressaltar que os países que possuem o maior número absoluto de infectados e mortos pelo Covid-19 antes e após o início da vacinação, não ocupam as primeiras posições quando se trata de taxas de infecção e mortalidade. Isso pode ser explicado, pelo fato de que essas taxas são calculadas com base na população do país e ambos apresentam uma vasta população.

Em um contexto global, em relação ao número de infectados pelo vírus antes da vacinação, observa-se que os Estados Unidos foi o país que ocupou o primeiro lugar com 15.129.267 infectados, seguido da Índia com 9.703.770, e do Brasil que ocupou a terceira posição com 6.623.911 pessoas infectadas. Após o início da vacinação, os

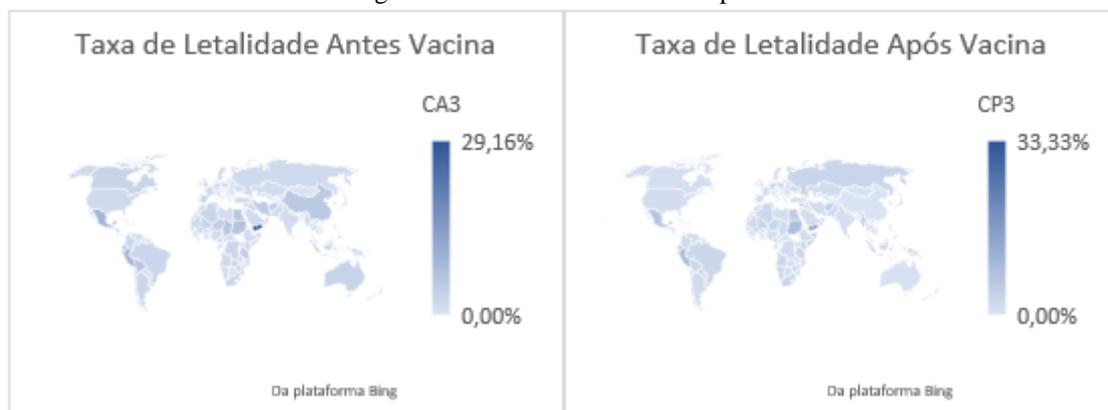


países Estados Unidos, Índia e Brasil continuaram liderando em relação aos números de infectados, com 29.160.785, 24.231.539, e 14.926.819 respectivamente. Em ambos os países é possível notar um aumento expressivo do número de infectados nesse período.

Em relação a mortalidade, quando se trata de números absolutos antes da vacinação, os dois países do continente americano Estados Unidos e Brasil ocuparam as primeiras posições, tendo 287.149 e 177.317 pessoas mortas pelo vírus nesse período, seguidos da Índia com 140.958 mortos. No período após o início da vacinação, esses mesmos países continuaram ocupando as primeiras posições mundialmente, no que diz respeito ao número de mortos pelo COVID-19. No entanto, observa-se nessa segunda fase, que os números de mortos dos Estados Unidos e do Brasil atingiram marcas bem próximas, 425.548 e 423.108 mortos, respectivamente.

No que diz respeito a taxa de letalidade, ao analisar a figura 5, percebe-se que as cores do mapa não sofreram grandes variações, o que indica taxas mais próximas entre os países.

Figura 5- Taxa letalidade entre os países



Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

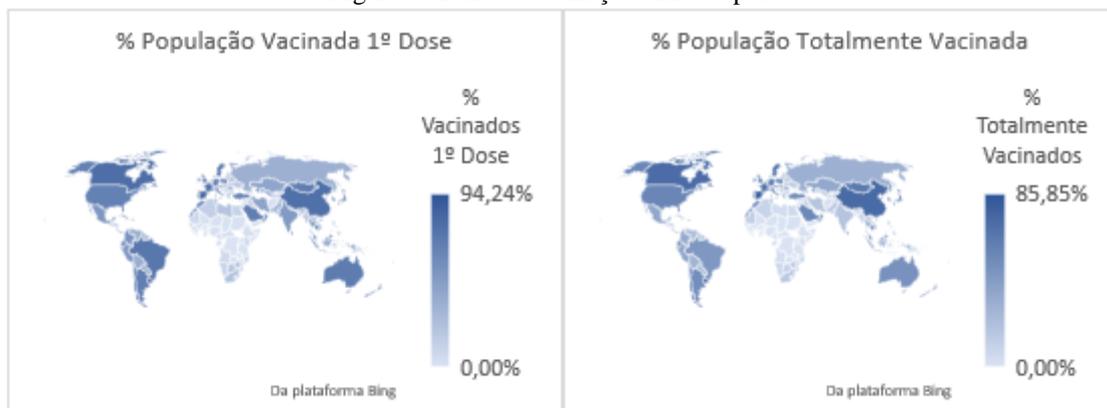
No entanto, assim como as outras taxas, conseqüentemente houve um aumento na taxa de letalidade após o início da vacinação. Na primeira fase, Iêmen país do continente asiático, foi o país com maior taxa de letalidade (29,16%) seguido por dois países da América, o México com 9,31% e Peru com 9,26%. Observa-se aqui, uma grande discrepância da taxa de letalidade do Iêmen com os demais países, quase 20 pontos percentuais a mais. Já no período após o início vacinação, o país com maior taxa foi Vanuatu, localizado no Sul do Oceano Pacífico, onde 33,33% das pessoas infectadas pelo coronavírus nesse período, não sobreviveram.



Diante esse cenário, em que países do mundo inteiro foram afetados pela pandemia, e muitos deles tiveram altas taxas de infecção, mortalidade e letalidade, as vacinas contra o coronavírus surgiram como uma esperança para que esses números fossem reduzidos.

Conforme já mencionado, no dia 08 de dezembro de 2020, deu-se início ao processo de vacinação da população, alguns países começaram de imediato, enquanto outros começaram um pouco mais tarde. No entanto, ao observar a figura 6, nota-se que muitos países já se encontram com altos percentuais de vacinação.

Figura 6- Taxa de vacinação entre os países



Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

No continente Americano, observa-se que Cuba é o país com maior % da população vacinados com a primeira dose, 84,58% da sua população já tomou pelo menos uma dose, no entanto apenas 49,53% da população está totalmente vacinada. Já no continente Europeu, Portugal é o país com maior percentual de pessoas vacinadas. Lá, 88,10% da população já tomaram a primeira dose e 85,85% já se encontra totalmente vacinada.

Em relação ao continente Asiático, os Emirados Árabes é o país que mais vacinou no continente, 94,24% da sua população já tomou a primeira dose da vacina, e 84,14% já estão totalmente vacinados.

Quanto os países do continente africano, é possível perceber que estes estão bem atrás dos outros continentes, na África o país com maior percentual de população vacinada com a primeira dose é Marrocos com 60,91%, e que possui apenas 51,54% da população totalmente vacinada.



Em um contexto global, quando se avalia os números absolutos, observa-se que os países com maiores números de pessoas vacinadas com a primeira dose e pessoas totalmente vacinadas, estão na Ásia e na América. A China ocupa a primeira posição tendo 1,1 bilhão da sua população já vacinada com a primeira dose, e 1,04 bilhão totalmente vacinada, seguido da Índia que já vacinou 675,2 milhões de pessoas com a primeira dose, e 260 milhões com as duas doses.

Em seguida encontra-se os Estados Unidos, onde 216,6 milhões de pessoas já receberam a primeira dose, e 186,9 milhões já estão totalmente vacinadas. O Brasil ocupa a 4ª posição no que diz respeito a vacinação, tendo 153,8 milhões de pessoas vacinadas com a primeira dose, e 97,6 milhões de pessoas totalmente vacinadas.

#### 4.2 Análise das Correlações

Segundo Hair *et al.* (2005), a forma mais comum e utilizada para extrair as correlações entre variáveis é a correlação produto-momento de Pearson. O coeficiente de correlação é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis com índices quantitativos, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7- Coeficiente de Correlação

REGRAS PRÁTICAS SOBRE O VALOR DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	
Variação do coeficiente	Força de associação
$\pm 0,91 - \pm 1,00$	Muito forte
$\pm 0,71 - \pm 0,90$	Alta
$\pm 0,41 - \pm 0,70$	Moderada
$\pm 0,21 - \pm 0,40$	Pequena mas definida
$\pm 0,01 - \pm 0,20$	Leve, quase imperceptível.

Fonte: Hair et al (2005).

Observa-se que o coeficiente de correlação apresenta variação entre -1 e +1. Quando o valor é zero, significa que a relação linear não existe, já para os valores 1 e -1 a relação é perfeita. No entanto, o valor de -1 indica uma relação inversa quando uma variável apresenta índices de crescimento a outra diminui.

Para avaliar a existência de correlações significativas entre as variáveis que inicialmente formam cada construto, com as variáveis relacionadas a caracterização da



doença antes e após o início da vacinação, foi gerada uma matriz de correlação, conforme pode ser observada no quadro 8.

Quadro 8 - Matriz de Correlação

		Caracterização da doença antes da Vacinação			Caracterização da doença após o Início da Vacinação		
		CA1	CA2	CA3	CP1	CP2	CP3
Recursos de Saúde	R1	0,329*	0,207*	-0,152**	0,379*	0,351*	-0,116
	R2	0,552*	0,399*	-0,092	0,611*	0,48*	-0,156*
Fatores Demográficos	FD1	0,547*	0,431*	-0,053	0,492*	0,355*	-0,171*
	FD2	0,049	-0,07	-0,112	0,02	-0,096	-0,099
Temperatura	T1	-0,473*	-0,435*	0,078	-0,436*	-0,445*	0,068
Fatores Socioeconômicos	FSE1	0,594*	0,45*	-0,157*	0,64*	0,491*	-0,209*
	FSE2	0,514*	0,254*	-0,151**	0,398*	0,168*	-0,214*
	FSE3	-0,333*	-0,155*	0,25478*	-0,379*	-0,225*	0,082
	FSE4	0,544*	0,472*	-0,086	0,549*	0,532*	-0,102
	FSE5	0,427*	0,31*	-0,015	0,435*	0,363*	-0,001
	FSE6	0,511*	0,369*	-0,090	0,569*	0,456*	-0,141**
				Vacinação			
				V1	0,558*	0,322*	-0,239*
				V2	0,587*	0,341*	-0,228*

\* ao nível de significância 0,05 \*\*ao nível de significância 0,10

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Ao observar a matriz de correlação nota-se que apenas a variável FD2 que diz respeito a densidade demográfica, não possui correlação estatisticamente significativa com nenhuma das variáveis de caracterização da doença, ou seja, o P-valor para essas relações foi maior do que o nível de significância, não sendo possível tirar conclusões sobre o relacionamento entre essas variáveis.

Buscando analisar a intensidade e a direção da relação linear entre essas variáveis, que demonstraram correlações estatisticamente significativas, pode-se observar o valor e o sinal dos coeficientes de correlação. No quadro 8, os asteriscos indicam quais variáveis possuem correlação estatisticamente significativa com 95% de confiança e com 90%, enquanto os valores dos coeficientes determinam a força das relações, ou seja, quanto maior o coeficiente de correlação, maior é a força de associação entre as variáveis.

Dentre as variáveis analisadas percebe-se de acordo com as regras de força de associação proposta com Hair *et al.* (2005), que o máximo de correlação que essas variáveis possuem com a caracterização da doença são moderadas. Dentre essas correlações, pode-se observar que a maioria são positivas, o que indica que conforme uma variável aumenta a outra aumenta também. Nota-se que apenas as variáveis FSE3 e



T1 estão inversamente correlacionadas com as variáveis de caracterização, possuindo uma relação negativa moderada com as variáveis CA1, CA2, CP1 e CP2.

### 4.3 Aplicação do modelo

De forma a analisar o modelo de mensuração proposto inicialmente, fez-se o uso da Análise Fatorial Exploratória (AFE) que permite averiguar as relações existentes entre os indicadores das variáveis de forma a realizar a redução das mesmas e, posteriormente, realizou-se a Análise Discriminante que se compromete em averiguar o grau de diferenciação de um construto. A consolidação dessas análises foi feita por meio do Google Colaboratory, no qual foi utilizado códigos em Linguagem R e Python. Já a regressão linear múltipla usada para validar as hipóteses do modelo, foi feita por meio do software Minitab.

#### 4.3.1 Análise Fatorial Exploratória (AFE)

A análise fatorial exploratória (AFE) é uma técnica dentro da análise fatorial cujo objetivo abrangente é identificar as relações subjacentes entre as variáveis medidas. Por meio da AFE é possível identificar os indicadores que explicam uma correlação no estudo. Essa técnica permite realizar a redução dos dados, identificando as variáveis mais representativas ou criando um novo conjunto de variáveis, menor que o original (HAIR *et al.*, 2009; KIRCH *et al.*, 2017).

Com o intuito de simplificar as colunas da matriz fatorial e fornecer uma separação mais clara dos fatores, para as escalas deste estudo foi utilizado o método de rotação ortogonal VARIMAX (HAIR *et al.*, 2009). E para validar se a aplicação da AFE é mesmo adequada para o conjunto de dados em análise, utilizou-se o KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), um teste estatístico que sugere a proporção de variância dos itens que pode estar sendo explicada por uma variável latente (HAIR *et al.*, 2009).

Por fim, para avaliar a consistência interna de cada dimensão dos construtos, realizou-se a análise de confiabilidade da escala através do coeficiente Alfa de Cronbach. De acordo com Hair *et al.* (2005), em análises exploratórias como a realizada, os valores aceitáveis para o Alfa de Cronbach devem ser iguais ou superiores a 0,60.



O tratamento dos dados para cada construto do modelo de mensuração proposto, pode ser observado a seguir.

### a.1) Caracterização da doença antes da vacinação

Em um primeiro momento, foi avaliada a adequação das variáveis relativas ao construto Caracterização da doença antes da vacinação. Como pode ser observado no quadro 9, foi obtido um KMO de 0,4 para esse construto, abaixo do que é considerado válido e adequado na literatura e, além disso, o alpha de cronbach foi de -0,1, o que indica que não há confiabilidade de escala. Segundo Hair *et al.* (2005) os valores aceitáveis para esse alpha deve ser igual ou superior a 0,60.

Quadro 9 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Caracterização da doença antes da vacinação

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Caracterização da doença Antes da Vacinação	CA 1 - Taxa de Infecção Antes da Vacina	0,703	0,4	0,506	-0,1
	CA 2 - Taxa de Mortalidade Antes da Vacina	1,008			
	CA 3 - Taxa de Letalidade Antes da Vacina	0			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Além disso, observa-se que a variável CA3 possui loading 0, o que indica que essa variável não contribui para explicação do fator 1. Sendo assim, seguindo os critérios da análise, o próximo passo foi eliminar essa variável. Ao rodar os dados novamente, agora sem a presença de CA3, observa-se que o KMO obtido foi de 0,5, um valor válido e adequado de acordo com a literatura, e que as variáveis explicam agora 72,2% da variabilidade dos dados, conforme pode ser observado no quadro 10.



Quadro 10 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Caracterização da doença antes da vacinação após eliminar CA3

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Caracterização da doença Antes da Vacinação	CA 1 - Taxa de Infecção Antes da Vacina	0,85	0,5	0,722	0,069
	CA 2 - Taxa de Mortalidade Antes da Vacina	0,85			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

No entanto, considerando o fato de que o alpha de cronbach ainda continua com um valor muito baixo, optou-se então por eliminar mais uma variável. Como ambas as variáveis apresentam o mesmo valor de loading, e contribuem igualmente para o construto, a decisão de qual variável eliminar foi tomada analisando o quadro 8, que avalia a correlação de todas as variáveis independentes com as variáveis de caracterização da doença.

Observou-se que a variável CA1 possui relacionamentos mais fortes com as variáveis independentes do que CA2, por essa razão, optou-se por eliminar a variável CA2, deixando assim o construto caracterização antes da vacinação apenas com a taxa de infecção antes da vacina.

#### **a.2) Caracterização da doença após o início da vacinação**

O construto caracterização da doença após o início da vacinação, a princípio é formado por CP1, CP2 e CP3. Ao rodar os dados considerando essas três variáveis, inicialmente o construto obteve um KMO de 0,41, valor abaixo do que é considerado válido na literatura, e essas variáveis explicavam apenas 47,5% da variabilidade do construto, conforme pode ser visto no anexo 2.

Por essa razão, com o intuito de aumentar esses valores, o próximo passo foi eliminar a variável CP3 do construto, visto que ela possui loading 0, o que indica que essa variável não contribui para explicação do fator 1.

Observa-se ao analisar o quadro 11, que após a eliminação de CP3, o valor de KMO obtido passou a ser válido e adequado, porém apesar disso e do aumento da



variância explicada, que foi de 47,5 % para 65,6%, o alpha de cronbach ainda se encontra muito abaixo do esperado. Sendo assim, surgiu a necessidade de eliminar uma nova variável.

Quadro 11 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Caracterização da doença após o início da vacinação, após eliminar CP3

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Caracterização da doença Após o Início da Vacinação	CP 1 - Taxa de Infecção Após Início da Vacinação	0,81	0,5	0,656	0,049
	CP 2 - Taxa de Mortalidade Após Início da Vacinação	0,81			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Como ambas as variáveis apresentam o mesmo valor de loading, e contribuem igualmente para o construto, a decisão de qual variável eliminar foi tomada analisando o quadro 8, que avalia a correlação de todas as variáveis independentes com as variáveis de caracterização da doença.

Observou-se que a variável CP1 possui relacionamentos mais fortes com as variáveis independentes do que CP2, por essa razão, optou-se por eliminar a variável CP2, deixando assim o construto caracterização da doença após o início da vacinação apenas com a variável CP1.

### a.3) Fatores Socioeconômicos

Buscando avaliar a adequação das variáveis relativas ao construto Fatores Socioeconômicos, em primeiro momento os dados foram rodados considerando as 6 variáveis que inicialmente representavam o construto (FSE1, FSE2, FSE3, FSE4, FSE5, FSE6). Conforme pode ser visto no quadro 12, nesse momento o construto obteve um KMO de 0,79, considerado por Malhotra (2006) um valor válido e adequado, visto que para resultados de KMO um valor superior a 0,5 é desejável e entre 0,5 e 1 indicam uma análise apropriada.



Observa-se que a dimensão se ajustou somente em um único fator (ou componente) e a variância explicada foi de 57%, o que indica uma boa representatividade dos indicadores com relação a variabilidade da pesquisa.

No entanto, ao analisar o alfa de cronbach, nota-se que esse não se adequou aos parâmetros considerados na literatura, o que mostra que a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa.

Quadro 12 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Fatores Socioeconômicos

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Fatores Socioeconômicos	FSE 1 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,990	0,79	0,570	0,000031
	FSE 2 - PIB per capita (US\$)	0,699			
	FSE 3 - % População abaixo do nível de pobreza	-0,641			
	FSE 4 - % População idosa	0,653			
	FSE 5 - Obesidade - Taxa de incidência da população adulta (%)	0,571			
	FSE 6 - % População com acesso a rede sanitária	0,887			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Diante disso, o próximo passo foi analisar os indicadores que compõe o construto e identificar qual deles está contribuindo menos para a análise, e então retirar a variável que possui o menor valor de loading. Nesse caso, então a variável eliminada foi a FSE 5, que diz respeito a taxa de incidência de obesidade na população adulta no país.

Ao rodar os dados novamente, agora sem a presença da variável FSE 5, observa-se que o KMO obteve uma pequena redução assumindo agora um valor de 0,75 (Ver anexo 3). Mas apesar da variância total explicada ter sofrido um considerável aumento, passando de 57% para 61,8%, nota-se, que o alfa de cronbach diminuiu mais ainda, o que nos leva a necessidade de excluir outra variável. Considerando o menor loading (0,644), a variável retirada foi a FSE 3 que representava o % da população abaixo do nível da pobreza.

Após excluir a variável FSE 3 e rodar os dados, pode-se observar que o valor do KMO teve novamente uma redução, porém as variáveis agora explicam 66,6% da variabilidade do construto. No entanto, apesar de um pequeno aumento, o alfa de cronbach ainda se encontra com um valor muito abaixo do esperado de acordo com a literatura (Ver anexo4).



Com o intuito de aumentar o valor do alfa de cronbach, o indicador PIB per capita (FSE2) que possuía o menor valor de loading, foi retirado da análise e os dados foram rodados novamente. Como pode ser observado no quadro 13, apesar do KMO ter diminuído, a perda foi pequena comparada com o ganho obtido no percentual de variabilidade explicada que passou a ser 73,1%, o que indica uma boa representatividade dos indicadores com relação a variabilidade da pesquisa.

Quadro 13 - AFE e teste de confiabilidade final para o construto Fatores Socioeconômicos

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Fatores Socioeconômicos	FSE 1 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	1,007	0,63	0,731	0,76
	FSE 4 - % População idosa	0,709			
	FSE 6 - % População com acesso a rede sanitária	0,822			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Além disso, agora o alpha de cronbach também se adequou aos parâmetros utilizados na literatura, sendo que para o construto esse valor foi de 0,76. No mais, observa-se que todos os indicadores tiveram bom carregamento, sendo o de menor valor o indicador FSE4 com um carregamento de 0,709. Diante disso, o construto final ficou representado pelas variáveis FSE 1, FSE 4, FSE 6.

#### a.4) Fatores Demográficos

Ao rodar os dados do construto fatores demográficos, formado inicialmente pelas variáveis FD1 (% População residente em área urbana) e FD2 (Densidade demográfica), foi obtido um KMO de 0,5, um valor aceitável de acordo com a literatura, conforme pode ser visto no quadro 14. No entanto, ao observar o valor da variabilidade explicada nota-se que foi muito baixo, apenas 14,2%, além disso o valor do alpha de cronbach também ficou muito abaixo do esperado.



Quadro 14 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Fatores Demográficos

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Fatores Demográficos	FD 1 - % População Residente em area Urbana	0,377	0,5	0,142	0,0002
	FD 2 - Densidade Demográfica (hab/km2)	0,377			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Por conseguinte, o próximo passo seria realizar a eliminação da variável que contribuísse menos para a análise, ou seja a que tivesse o menor valor de loading. Porém, ao observar o quadro 14, vemos que o loading para as duas variáveis foi o mesmo. Por essa razão, de forma a decidir qual das duas variáveis seria eliminada, optou-se por usar como critério a correlação de cada uma dessas variáveis com a caracterização da doença, mencionada anteriormente.

Ao analisar a matriz de correlação vimos que a variável FD2(Densidade demográfica) não apresentou correlação estatisticamente significativa com nenhuma das variáveis de caracterização, enquanto a FD1 (% População Residente em área urbana) possui correlação positiva moderada com as variáveis CA1, CA2 e CP1. Por esse motivo, eliminou-se então FD2, e o construto Fatores Demográficos passou a ser representado apenas pela variável FD1.

#### a.5) Recursos de Saúde

O construto Recursos de Saúde, formado pelos indicadores R1 e R2, que diz respeito ao número de leitos hospitalares por 1000 pessoas e o número de médicos por 1000 pessoas respectivamente, obteve um valor de KMO de 0,5 o que, de acordo com a literatura, é um valor válido e adequado.

Observa-se no quadro 15, que a componente no qual a dimensão foi ajustada explica 62,4% dos dados, indicando uma boa representatividade dos indicadores com relação a variabilidade da pesquisa.



Quadro 15 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Recursos de Saúde

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Recursos de Saúde	R1 - Leitos Hospitalares(1000 pessoas)	0,79	0,5	0,624	0,72
	R2 - Nº de Médicos(1000 pessoas)	0,79			

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

O valor do alfa de cronbach foi de 0,72 demonstrando um bom nível de significância e representatividade da escala. Diante desses resultados, pode-se dizer que de acordo com a metodologia de tratamento dos dados utilizada, o construto Recursos de Saúde é bem representado pelas variáveis escolhidas desde o momento de escolha das mesmas, não precisando sofrer a eliminação de nenhuma variável como vivenciado em outros construtos.

#### a.6) Vacinação

O construto vacinação formado pelas variáveis V1(% População Vacinada 1ºDose) e V2 (%População Totalmente Vacinada), obteve um KMO de 0,5, e o valor do alpha de cronbach de 0,98, o que indica que a escala utilizada está de acordo com a taxa de 95% de confiabilidade, conforme pode ser visto no quadro 16.

Quadro 16 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Vacinação

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Vacinação	V1 - % População Vacinada 1º Dose	0,982	0,5	0,965	0,98
	V2 - % População Totalmente Vacinada	0,982			

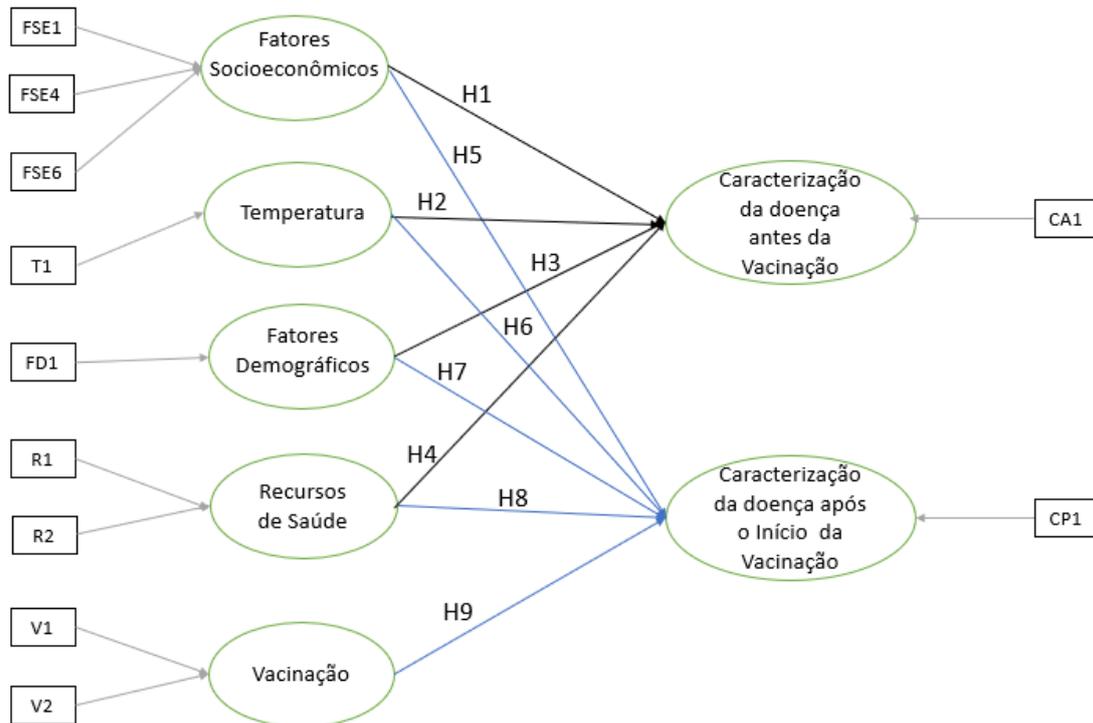
Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Além disso, observa-se que as variáveis juntas explicam 96,5% da variabilidade do construto, e ambas contribuem igualmente para o fator, tendo um loading de 0,982. No caso desse construto, como todas os critérios estão dentro do que é esperado, nenhuma variável precisou ser eliminada.



Todas essas análises realizadas permitiram-nos obter um modelo mais robusto, com indicadores que realmente representam os construtos estabelecidos da pesquisa. A figura 7, traz o modelo final após a análise fatorial exploratória.

Figura 8- Modelo final após análise exploratória



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.2 Validade Discriminante

Após o tratamento dos dados por meio da análise exploratória, o modelo se torna mais robusto, com isso é possível ter uma ideia sobre o comportamento de cada indicador e como eles compõem e caracterizam o construto. Após entender quais variáveis compõem realmente cada construto, o próximo passo foi verificar a validade discriminante de cada um, ou seja, avaliar se os construtos são diferentes entre si.

Observa-se que a validade discriminante, compromete-se então em averiguar o grau de diferenciação entre os construtos. De acordo com Hair *et al.* (2005), por meio dela é possível analisar se os indicadores observáveis de um construto estão relacionados a outro construto.

Para esse estudo a validade discriminante foi analisada em dois momentos, inicialmente foi feita uma análise das correlações existentes entre as variáveis latentes do modelo e, posteriormente, uma análise da variância compartilhada entre todos os



pares de construtos (o quadrado das correlações das variáveis), buscando então avaliar se estes são diferentes entre si. O quadro 17 traz o resultado da validade discriminante, na parte inferior da diagonal principal tem se os valores correspondentes as correlações entre as variáveis latentes do modelo enquanto os valores acima da diagonal principal, estes correspondem ao quadrado das correlações existentes entre as variáveis latentes do modelo.

Quadro 17 - Correlações entre as variáveis latentes do modelo proposto

	Fatores Socioeconômicos	Recursos de Saúde	Vacinação	Temperatura	Fatores Demográficos	Caraterização Antes	Caraterização Após
Fatores Socioeconômicos		0,500	0,567	0,281	0,354	0,341	0,404
Recursos de Saúde	0,707		0,289	0,479	0,001	0,197	0,252
Vacinação	0,753	0,538		0,132	0,039	0,238	0,333
Temperatura	-0,530	-0,692	-0,364		0,014	0,224	0,190
Fatores Demográficos	0,595	0,026	0,198	0,117		0,002	0,000
Caraterização Antes	0,584	0,443	0,488	-0,473	0,049		0,516
Caraterização Após	0,635	0,502	0,577	-0,436	0,020	0,718	
Variância Média Extraída	0,749	0,627	0,962	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

De acordo com Hair *et al.* (2005), os valores das correlações entre as variáveis latentes do modelo devem possuir um valor alto e significativo, não podendo ser superior a 0,8, visto que valores superiores, demonstram que os construtos estão mensurando a mesma coisa.

Ao analisar o quadro 17, observa-se que, todos os valores abaixo da diagonal principal, que correspondem as correlações entre as variáveis, foram abaixo disso. O maior valor encontrado foi a relação entre a vacinação e fatores socioeconômicos com 0,753, seguido por caracterização após início da vacinação e caracterização antes da vacinação com 0,718.

Já em relação aos valores acima da diagonal principal, estes correspondem ao quadrado do valor da divergência discriminante e devem ser menores que os índices da variância média extraída (AVE) que indica a quantia geral de variância nos indicadores explicada pelo construto latente. Sabendo disso, ao analisar o quadro 17, nota-se que todos os valores estiveram abaixo, o que permite concluir que os construtos, Fatores



Socioeconômicos, Fatores Demográficos, Recursos de Saúde, Vacinação, Caracterização Antes e Após o início da vacinação, são diferentes entre si.

Após realizadas as etapas de preparação e validação, pôde-se realizar a análise e discussão do modelo estrutural.

#### **4.3.3 Regressão Linear Múltipla**

Segundo Hair *et al.* (2009) a regressão linear múltipla pode ser usada para analisar a relação entre uma única variável dependente (critério) e várias variáveis independentes (preditoras). O conjunto dessas variáveis independentes, de acordo com (SARMENTO, 2010), forma a variável estatística de regressão, isto é, uma combinação linear das variáveis independentes que melhor explicam a variável dependente. Em resumo, essa análise constitui uma equação para descrever, em um modelo, a relação estatística entre uma ou mais preditoras e a variável resposta, bem como para prever novas observações.

Fávero *et al.* (2009) afirma que a capacidade explicativa do modelo deve ser analisada pelo  $R^2$  da regressão, conhecido por coeficiente de ajuste ou de explicação. Onde esse valor pode variar entre 0 e 1, quanto mais perto de 1 significa que o modelo explica boa parte da variação total.

Já em relação aos coeficientes de regressão estimados, de acordo com Hair *et al.* (2009) esses representam os tipos de relação, podendo ser positiva ou negativa, e a força da relação existente entre as variáveis independentes e a variável dependente.

Diante disso, a análise será dividida em duas partes, a primeira, onde será analisada a relação dos construtos com a caracterização da doença antes do início da vacinação e, posteriormente, a regressão linear múltipla considerando como variável dependente a caracterização após o início da vacinação.

##### **a.1) Caracterização da doença antes da vacinação**

Esse construto dependente, atualmente diz respeito apenas a taxa de infecção antes do início da vacinação. Ao rodar a regressão linear múltipla, considerando todos os construtos independentes, Fatores Socioeconômicos, Fatores Demográficos, Recursos de Saúde e Temperatura, observa-se no quadro 18, que o modelo gerado



explica 44,35% da variação da taxa de infecção, um valor baixo, o que indica a existência de outras variáveis importantes que vão influenciar na caracterização da doença, mas que não estão sendo analisadas nesse estudo.

Quadro 18 - Modelo gerado tendo como variável dependente a caracterização da doença antes da vacinação

Construto	Coefficiente	Valor-T	Valor-P	R <sup>2</sup>
Constante	-0,00359	-0,65	0,518	44,35%
Fatores Socioeconômicos	0,03174	3,54	0,001	
Recursos de Saúde	-0,000934	-1,12	0,263	
Fator Demográfico	0,01974	4,23	0,000	
Temperatura	-0,000539	-3,35	0,001	

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Ao analisar o valor-p, nota-se que apenas o construto Recursos de saúde não se mostrou estatisticamente significativo para o modelo, ou seja, alterações na taxa de infecção não está associada a mudanças nesse construto. Os demais construtos, todos se mostraram estatisticamente significativos.

Em relação aos fatores socioeconômicos observa-se que o sinal do seu coeficiente é positivo, o que indica que o seu aumento em uma unidade, aumenta a taxa de infecção em média em 0,03174.

Quanto ao fator demográfico, pode-se notar que assim como os fatores socioeconômicos, seu coeficiente possui sinal positivo, o que permite concluir que quanto maior for o % da população residente em área urbana, maior será a taxa de infecção.

Diferente dos demais fatores, a temperatura apesar de se mostrar significativa, ela possui coeficiente negativo, o que indica uma relação inversa, quanto maior for a temperatura menor será a taxa de infecção do COVID-19.

## a.2) Caracterização da doença após o início da vacinação

Ao rodar a regressão linear múltipla considerando como variável dependente a caracterização da doença após o início da vacinação, que é representada pela taxa de infecção após a vacinação, foi possível observar que 45,22% da variação da taxa de infecção pode ser explicado pelo modelo gerado, conforme pode ser visto no quadro 19.



Quadro 19 - Modelo gerado tendo como variável dependente a caracterização da doença após o início da vacinação

Construto	Coefficiente	Valor-T	Valor-P	R <sup>2</sup>
Constante	-0,0117	-0,8	0,422	45,22%
Fatores Socioeconômicos	0,0663	2,45	0,015	
Recursos de Saúde	0,00071	0,36	0,721	
Fator Demográfico	0,0237	2,11	0,037	
Temperatura	-0,000643	-1,66	0,099	
Vacinação	0,0262	2,04	0,043	

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Contudo ao analisar o valor-p, nota-se que assim como no modelo para a caracterização antes da vacinação, o construto Recursos de Saúde continuou não sendo estatisticamente significativo, no entanto observa-se que com 95% de confiança que a temperatura também não se mostrou significativa para o modelo, ou seja, mudanças nesses fatores não estão associadas a mudanças na taxa de infecção do COVID.

Em relação aos fatores socioeconômicos e ao fator demográfico, ambos também são significativos nesse modelo e possuem coeficiente positivo, o que indica que a medida que aumenta os valores dos fatores socioeconômicos e o % da população residente em área urbana, aumenta também a taxa de infecção do coronavírus, e se o valor for reduzido, reduz também a taxa de infecção, essa variação segue conforme o valor de cada coeficiente, então, se reduz o % da população residente em área urbana em uma unidade, a taxa de infecção é reduzida em 0,0237.

Já em relação a vacinação, o resultado foi muito diferente do que era esperado, demonstrando assim a necessidade de realizar mais estudos e análises complementares para melhor entendimento desses resultados. Ao analisar o quadro 19, observa-se que a vacinação é estatisticamente significativa dentro do intervalo proposto e influencia na caracterização da doença, no entanto, o seu coeficiente apresenta sinal positivo, o que indica que quanto maior a taxa de vacinação, maior é a taxa de infecção do coronavírus.

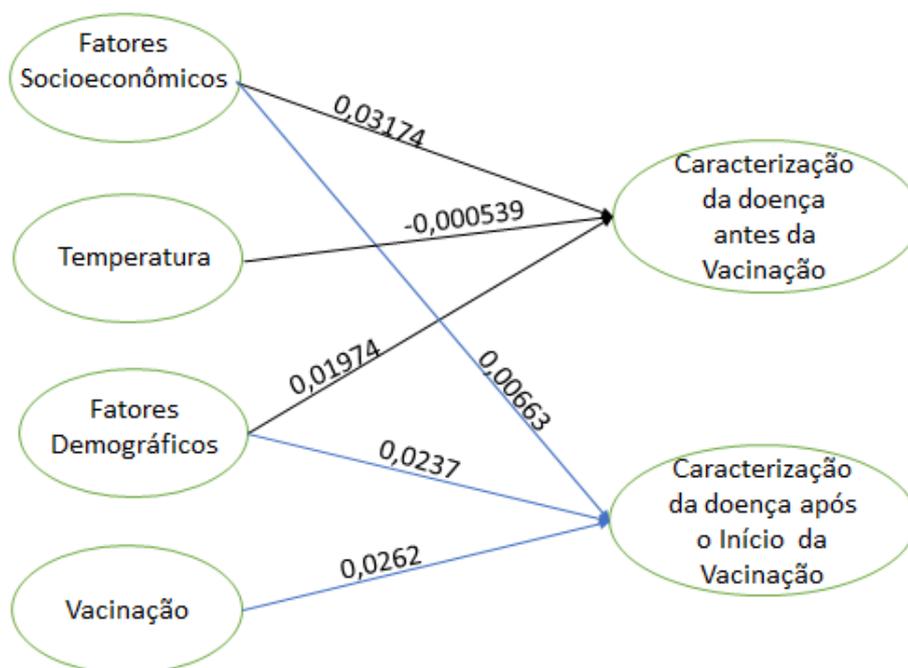
Todavia, embora os coeficientes sejam significativos, é possível observar que a variância é baixa, o que permite concluir que existe outras variáveis importantes que influenciam na caracterização da doença, mas que não são consideradas nesse trabalho.



No entanto, os valores encontrados para os construtos analisados comprovam a veracidade dos dados e permitem validar as hipóteses, solucionando o questionamento levantado no início do trabalho. Sendo assim, observa-se que as hipóteses H1, H2, H3, H5, H6, H7 e H9 foram confirmadas, enquanto as hipóteses H4, H6 e H8 não foram validadas, o que significa que os Recursos de saúde não possuem influência na caracterização da doença nem antes e nem após o início da vacinação, bem como a temperatura que após o início da vacinação não mostrou influência sobre a caracterização da doença.

A figura 9, permite observar as hipóteses que foram validadas, ou seja, os construtos que realmente influenciam na caracterização da doença, e seus respectivos coeficientes.

Figura 9- Modelo após a validação por meio da SEM



Fonte: Elaborado pelo autor



#### 4.4 Análise de Cluster

Segundo Hair *et al.* (2005), a análise de cluster, também conhecida como análise de agrupamentos, é um conjunto de técnicas estatísticas cujo objetivo é agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos. Dessa forma, os objetos em cada conglomerado tendem a serem semelhantes entre si, porém diferentes dos demais objetos dos outros agrupamentos.

No entanto, durante uma análise de conglomerados, existe sempre um dilema de quantos agrupamentos é o ideal de se formar. Existe diversas regras de paradas que avaliam medidas de heterogeneidade entre agrupamentos em cada passo sucessivo (HAIR *et al.*, 2005). Nesse sentido, quando os valores entre as etapas dão um salto repentino, ou seja, quando um aumento expressivo acontece, a solução anterior pode ser escolhida, sob o argumento de que sua combinação provocou um aumento substancial de heterogeneidade.

Diante disso, para definição da quantidade ideal de agrupamentos, optou-se por avaliar o nível de similaridade entre os clusters à medida que iam sendo formados, observou-se então o salto no passo 159, entre 7 e 6 agrupamentos, dessa maneira definiu-se como solução, a formação de 7 clusters.

Conforme pode ser visto no quadro 20, foram criados os 7 clusters. Observa-se que 160 países se mostraram similares entre si, e foram agrupados no Cluster1, no entanto 6 países não apresentaram similaridade com os demais, e foram agrupados separadamente nos outros clusters, sendo eles os países Cuba, Uruguai, Maldivas, Mongólia, Catar e Montenegro, respectivamente.

Quadro 20 - Separação dos agrupamentos

Agrupamento	Nº de observações	Dentro da soma de quadrado dos agrupados	Distância Média do Centróide	Distância Máxima do Centróide
Agrupado1	160	1063,23	2,45407	4,58247
Agrupado2	1	0	0	0
Agrupado3	1	0	0	0
Agrupado4	1	0	0	0
Agrupado5	1	0	0	0
Agrupado6	1	0	0	0
Agrupado7	1	0	0	0

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa



Após a formação dos clusters, o próximo passo foi analisar o centroide de agrupamento, que fornece um perfil médio do agrupamento sobre cada variável, conforme pode ser visto no quadro 21.

Quadro 21 - Centroides do grupo

Variável	Demais Países	Cuba	Uruguai	Maldivas	Mongólia	Catar	Montenegro
CA1	-0,028	-0,779	-0,685	0,849	<b>-0,815</b>	2,475	<b>3,416</b>
CP1	<b>-0,071</b>	1,280	2,142	2,806	1,758	-0,060	<b>3,386</b>
Vacinação	<b>-0,044</b>	1,234	1,600	1,262	1,188	<b>1,659</b>	0,098
Recursos de Saúde	-0,035	<b>2,588</b>	0,954	0,237	1,556	<b>-0,167</b>	0,484
Socioeconômico	-0,019	0,578	0,797	0,423	<b>-0,271</b>	0,616	<b>0,819</b>
FD1	-0,027	0,828	1,635	<b>-0,782</b>	0,453	<b>1,798</b>	0,378
T1	0,006	0,803	-0,352	<b>1,143</b>	<b>-2,717</b>	0,993	-0,882

Fonte: Tratamento de dados da pesquisa

Ao analisar os dados do Quadro 21, observa-se que o cluster 1 é formado por todos os demais países. Ele ficou abaixo da média padronizada, em quase todas as variáveis. Apenas a variável temperatura ficou acima da média, ao contrário de Montenegro, no qual ficou acima da média para todas as variáveis e abaixo apenas para a temperatura.

Em relação a temperatura, nota-se que Maldivas foi o país com maior valor acima da média, enquanto Mongólia teve o menor valor abaixo da média, ainda sobre esse país observa-se que após o cluster 1, ele foi o que apresentou mais valores abaixo média quando comparado com os demais.

Analisando a variável CA1 que diz respeito a taxa de infecção antes da vacinação e a variável dos fatores socioeconômicos, observa-se que os países Mongólia e Montenegro se encontram em polos opostos, enquanto Mongólia foi o país que ficou mais abaixo da média tanto para taxa de infecção, quanto para os fatores socioeconômicos. Montenegro obteve o maior valor acima da média para ambas as variáveis, o que vai de encontro com a conclusão encontrada anteriormente que países com maiores fatores socioeconômicos tendem a ter maiores taxas de infecção, assim como menores valores de fatores socioeconômicos levam a menores taxas de infecção pelo COVID.

Ainda em relação a Montenegro, observa-se que ele é o país com maior valor acima da média para a variável CP1 que diz respeito a taxa de infecção após a vacinação, o que leva a conclusão que é o país com maior taxa de pessoas infectadas pelo coronavírus antes e após o início da vacinação em relação ao total da população.



No entanto, observa-se que apesar de ser um país que possui valor acima da média em relação a vacinação, o valor é bem abaixo quando comparado com os demais países, sendo também esse um dos motivos que podem ter contribuído para essa caracterização da doença no país.

Em contrapartida, o Catar foi o país com o maior valor acima da média para vacinação. Além disso, foi o único país quando comparado com os demais agrupamentos, que tinha valor acima da média em relação a taxa de infecção antes da vacinação (CA1) e passou a ter valor abaixo da média na taxa de infecção após a vacinação (CP2), ou seja, após a vacinação a taxa de infecção foi menor no país.

No mais, observa-se que o Catar é também o país que possui menor valor abaixo da média para recursos de saúde, enquanto Cuba possui o maior valor acima da média. No entanto, Cuba diferente do Catar, antes ocupava uma posição abaixo da média em relação a taxa de infecção (CA1) e passou a ter taxa mais alta (CP1) após a vacinação.

No mesmo sentido, nota-se ao observar o quadro 21, que o Uruguai na primeira fase da doença, encontrava-se com valor abaixo da média, em relação a CA1, o que demonstra que nesse período o país tinha uma baixa taxa de infecção por coronavírus.

Segundo Giorgi (2020), nessa fase inicial em 2020, mesmo a América sendo o epicentro da pandemia global, o Uruguai ainda registrava baixos índices de COVID-19, ou seja, nesse período o país era um oásis em meio a um planeta devastado pelo vírus. Em contrapartida, nota-se que na segunda fase da doença, já em 2021, o país passou a ocupar a terceira posição dos países com maiores taxas acima da média.

Por fim, observa-se que a taxa de vacinação foi acima da média para todos os países que foram agrupados separadamente, no entanto apenas o Catar teve uma queda na sua taxa de infecção, os demais países mesmo após a vacinação continuaram vendo os números de infectados crescer.



## 5. Resultados e Conclusões

### 5.1 Reflexões sobre os resultados

No que diz respeito a temperatura, observa-se que o resultado obtido vai de acordo com o encontrado na literatura. Assim como afirma (AABED, LASHIN, 2021; NOTARI, TORRIERI, 2020), observou-se em um contexto global, que quanto menor a temperatura maior tende a ser a taxa de infecção pelo coronavírus. Segundo os mesmos autores, isso pode ser explicado pelo fato de que o tempo de sobrevivência do vírus tende a variar conforme a temperatura da superfície, bem como do ambiente.

Quando se trata dos fatores socioeconômicos, nota-se que esse construto formado pelo % da população idosa, % população com acesso a rede sanitária e o Índice de Desenvolvimento Humano, também possui influência na caracterização da doença, e assim como abordado na literatura, chegou-se à conclusão que quanto maior for seu valor, maior é a taxa de infecção.

Ademais, observa-se então, que países que possuem elevados fatores socioeconômicos tendem a ter em média maiores taxas de infecção, o que pode ser explicado pelo fato de que as pessoas idosas estão sujeitas a maior contaminação e mortalidade (NOTARI e TORRIERI, 2020). Além disso, o aumento no IDH resulta em um aumento exponencial nas chances de infecção e morte (LIU *et al.*, 2020).

Já em relação aos fatores demográficos, o construto final foi formado pelo % da população residente em área urbana, assim como abordado por outros autores, chegou-se à conclusão que o aumento no % da população em área urbana, acarreta em aumento na taxa de infecção pelo coronavírus. O que pode ser explicado, segundo Leiva *et al.* (2020), pelo fato de que a estrutura urbana interfere na taxa de distanciamento social e, conseqüentemente, no ritmo de contágio da doença.

Ao analisar a influência dos recursos de saúde na caracterização da doença, observa-se na literatura que autores como Zhang *et al.* (2021) e Galvan *et al.* (2020) chegaram à conclusão em suas análises, que os recursos de saúde influenciam nas taxas de casos e óbitos, ou seja, cidades com menos leitos hospitalares e menor número de médicos, apresentam maiores índices de casos e mortalidade ocasionadas pelo COVID-19.



No entanto, nesse estudo, analisando em um contexto global, a partir do modelo gerado, os recursos de saúde não se mostraram estatisticamente significativos para o modelo, ou seja, alterações na taxa de infecção não estão associadas a mudanças nos recursos de saúde.

Em relação a vacinação, observou-se que o resultado não foi dentro daquilo que normalmente é esperado, onde comumente as taxas de vacinação mais elevadas levam a menores taxas de infecção pela doença, pelo contrário, notou-se que, quanto maior a taxa de vacinação maior é a taxa de infecção pelo covid-19.

Buscando entender melhor esse resultado, observou-se que muitos países que avançaram rapidamente na imunização, viram também o número de casos continuar crescendo, como aconteceu com o Reino Unido, que mesmo como 65% da população total completamente vacinada sofreu com uma explosão de novos casos (BBC News, 2021).

No entanto, existe uma série de fatores que podem explicar esses aumentos de casos, podendo estar relacionada a flexibilização precoce das medidas de restrição, ao impacto de variantes mais transmissíveis, ao abandono do uso de máscaras pela população e até mesmo a efetividade das vacinas utilizadas.

Outro fator importante, está relacionado a queda da imunidade, de acordo com a BBC News (2021), um estudo indica que a proteção da vacina contra a infecção do vírus diminui significativamente após cinco ou seis meses, sendo esse também um possível motivo para o aumento de casos, mesmo em países com alta taxa de vacinação.

Apesar disso, de acordo com Rocha (2021) a vacinação é o principal recurso para o enfrentamento do COVID-19, no entanto, não deve ser a única estratégia para conter o aumento dos casos e mortes. Contudo, observa-se que no contexto atual, a vacinação não vai baixar a incidência de novos casos sozinha, as medidas de restrições precisam continuar sendo seguidas, considerando o fato de que, quanto mais o vírus circula, maiores são as chances de ultrapassar as defesas das vacinas e atingir um maior número de pessoas vulneráveis.

Um outro ponto relevante que deve ser enfatizado, diz respeito a análise de agrupamento realizada, a partir dela observou-se que o Uruguai foi um dos países que não mostrou similaridade com os demais. Contudo, ao analisar o país, observa-se que



ele realmente possui características peculiares em relação aos números de caracterização da doença, tendo uma baixa incidência de casos no período antes da vacinação, e um aumento significativo no período após o início da vacinação.

Na primeira fase da doença (antes da vacinação) conforme mencionado, o Uruguai vivia uma realidade totalmente diferente dos demais países que sofriam com o aumento dos casos, no entanto, esse benefício pode ser explicado pela forma como a situação em relação a COVID-19 foi conduzida logo no início do surto global.

De acordo com Che e Berkmen (2020), mediante ao aparecimento dos primeiros casos, o governo já anunciou uma emergência sanitária nacional e tomou medidas de contenção como o cancelamento de eventos públicos e o fechamento parcial de fronteiras. Logo em seguida, o país lançou uma campanha de conscientização sobre medidas de saúde e higiene. Ademais, um outro ponto que pode ter sido crucial para a obtenção desse resultado é em relação ao conselho de cientistas liderados por médicos renomados que foi formado pelo governo, além do desenvolvimento dos seus próprios testes e tecnologias de detecção de contágio, na fase inicial da pandemia (CHE e BERKMEN,2020).

No entanto, em abril de 2021 o país bateu recorde de infecções e morte, tornando-se o país com a maior taxa de infecções diárias do mundo nesse período (PRESSE, 2021). Essa mudança drástica do Uruguai de um período para o outro, em relação a caracterização da doença, pode estar atrelado ao sucesso da fase anterior, que pode ter influenciado em uma diminuição da percepção do risco que o vírus ainda oferecia. Além disso, o relaxamento das medidas por parte da população devido a esse sucesso, como diminuição do uso de máscara e distanciamento social, podem também ter contribuído para esse surto.

Por fim, observa-se então, que em um contexto pandêmico como o vivido pela COVID-19, agir de forma proativa, adotando medidas, buscando e acreditando na orientação científica e investindo no uso de tecnologias inovadoras, podem ajudar consideravelmente na redução inicial dos números de caracterização da doença em um país.

No entanto, para manutenção de tais resultados, é preciso continuar com as medidas de contenção, incentivando os cuidados da população e a vacinação. Além



disso, os tomadores de decisões devem continuar buscando novos meios para a mitigação da doença, visto que a variabilidade do vírus é alta, e que enquanto a situação não for controlada em todo o mundo, o risco de um novo surto deve continuar sendo considerado.

Em síntese, nota-se que existe diversos fatores que contribuem para a disseminação da doença, e que em situações como essa vivida atualmente em todo o mundo, medidas devem ser combinadas para que ocorra a mitigação da propagação do vírus. E para criação de tais medidas, fatores externos devem ser levados em consideração, como os fatores socioeconômicos, fatores demográficos e a temperatura.

Sendo assim, na formulação de novas políticas públicas, cidades com maiores percentuais de população idosa, população residente em área urbana, IDH e cidades com baixas temperaturas, devem receber uma atenção especial, visto que, essas características socioeconômicas, demográficas e ambientais já as deixam mais suscetíveis ao aumento de casos da doença.

## 5.2 Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo analisar se os construtos, fatores socioeconômicos demográficos, ambientais e os recursos de saúde que influenciam na disseminação da doença, bem como a vacinação, afetam a caracterização da COVID-19 nos países ao redor do mundo, antes e após o início da vacinação.

Buscando atender esse objetivo, inicialmente foi realizada uma análise fatorial exploratória que permitiu identificar que as variáveis PIB per capita, % população abaixo do nível da pobreza, densidade demográfica, taxa de mortalidade e taxa de letalidade não eram representativas nos construtos, sendo elas então eliminadas durante essa análise.

Posteriormente, o modelo foi validado por meio da validade discriminante, na qual averiguou-se que os todos os construtos eram diferentes entre si, ou seja, indicadores de um construto não estavam relacionados aos de outro construto, permitindo assim dar sequência a análise.

Diante disso, o próximo passo foi buscar a confirmação das hipóteses, por meio da regressão linear múltipla, sobre quais construtos realmente influenciavam na caracterização da doença, antes e após o início da vacinação. De acordo com os dois



modelos gerados pela regressão concluiu-se que, os fatores socioeconômicos e fatores demográficos mostraram-se estatisticamente significativos para o modelo, apresentando uma relação direta com a caracterização da doença, o que indica que quando esses fatores aumentam a taxa de infecção pela covid também aumenta. O que inversamente acontece com a temperatura, que também se mostrou estatisticamente significativa, ou seja, menores temperaturas resultam em maiores taxas de infecção.

Já em relação aos recursos de saúde, estes não apresentaram relação significativa em nenhum dos dois momentos. Quanto a vacinação, inicialmente o resultado obtido foi surpreendente, apesar de se mostrar estatisticamente significativa dentro do intervalo considerado e assim influenciar na caracterização da doença, seu coeficiente apresenta sinal positivo, o que indica que quanto maior a taxa de vacinação, maior é a taxa de infecção do coronavírus.

No entanto, pode-se observar que existe muitos fatores que justificam esse resultado encontrado, porém é importante ressaltar um ponto que também é uma limitação desse estudo, que pode ter contribuído para esse resultado. Está ligado ao fato de que, a data considerada como início de vacinação foi padronizada para todos os países com base no Reino Unido, o primeiro país a iniciar a vacinação, no dia 08 de dezembro de 2020. Nesse caso, os números de caracterização após a vacinação, para países que começaram de forma tardia esse processo, podem não estar refletindo a realidade do país, influenciando assim no resultado obtido.

Outras limitações encontradas na pesquisa estão relacionadas às fontes de dados, devido ao momento atual, os dados relacionados a covid-19 podem ser obtidos com muita facilidade, no entanto não é possível obter dados sobre a população, produto interno bruto e número de leitos em instituições médicas para cada país durante o período da pandemia. Por isso, esta pesquisa utiliza os dados mais atuais disponíveis para cada país, segundo as fontes de onde foram tirados.

Além disso, houve grandes dificuldades na obtenção dos dados de temperatura de cada país, por essa razão a temperatura considerada foi a média anual de cada país, e não a temperatura referente ao intervalo de datas exatas das análises, período antes e após início da vacinação.



Com o intuito de refinar a análise dos dados, e melhorar os resultados obtidos, algumas propostas de trabalhos futuros seguem abaixo:

- 1) Verificar a relação entre recursos de saúde e a taxa de recuperados da doença, buscando identificar se o número de leitos hospitalares e o número de médicos contribuem para o aumento do número de pessoas que se recuperam da doença após serem infectados.
- 2) Analisar a influência dos fatores socioeconômicos, fatores demográficos, temperatura, recursos de saúde e vacinação, diretamente com as taxas de infecção, mortalidade e letalidade, ao invés de agrupar todas as variáveis no construto de caracterização.
- 3) Separar os países em dois grupos de acordo com o tamanho da população, visto que países com população muito grande ficam com taxas pequenas, comparado aos países com menor população, mesmo liderando em números absolutos. E a partir disso, analisar a relação dos fatores com as variáveis de caracterização para cada grupo.
- 4) Em vez de considerar o período após a vacinação como um período geral, seria interessante particionar esse intervalo de tempo em períodos menores e analisar o impacto, de forma a verificar se o comportamento das variáveis seria muito diferente, e se a vacinação continuaria apresentado o mesmo resultado. Essa análise seria importante, pois conforme já mencionado, a proteção da vacina contra a infecção do vírus diminui significativamente após cinco ou seis meses.



## REFERÊNCIAS

AABED, Kawther; LASHIN, Maha MA. An analytical study of the factors that influence COVID-19 spread. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 1177-1195, 2021.

AHMADI, Mohsen et al. Investigation of effective climatology parameters on COVID-19 outbreak in Iran. **Science of the total environment**, v. 729, p. 138705, 2020.

AMORIM, Leila Denise Alves Ferreira et al. Modelagem com equações estruturais: Princípios básicos e aplicações. 2012.

AQUINO, Estela ML et al. Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 2423-2446, 2020.

ARBEL, Yuval et al. Do population density, socio-economic ranking and Gini index of cities influence infection rates from coronavirus? Israel as a case study. **The Annals of regional science**, p. 1-26, 2021.

AREFIN, Md Arman et al. Influences of weather-related parameters on the spread of Covid-19 pandemic–The scenario of Bangladesh. **Urban Climate**, v. 38, p. 100903, 2021.

BENITA, Francisco; GASCA-SANCHEZ, Francisco. The main factors influencing COVID-19 spread and deaths in Mexico: A comparison between phases I and II. **Applied Geography**, v. 134, p. 102523, 2021.

CASTRO, Beatriz Leite Gustmann de et al. COVID-19 e organizações: estratégias de enfrentamento para redução de impactos. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, v. 20, n. 3, p. 1059-1063, 2020.

CHE, Natasha; BERKMEN, Pelin. O segredo do sucesso do Uruguai contra a COVID-19. Blog Diálogo a Fondo. FMI, 2020. Disponível em: <<https://www.imf.org/pt/News/Articles/2020/08/03/blog-uruguays-secret-to-success-in-combating-covid-19>>. Acesso em: 16 nov. de 2021.

COVID: porque o Reino Unido ocupa o segundo lugar no mundo em novos casos da doença. BBC NEWS, 2021. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-58980837>>. Acesso em 18 de nov. de 2021.

CRUZ, Thiago Leite; DOS SANTOS, Erleyvaldo Bispo. Atingindo o ODS 6 da ONU como meio de controlar as pandemias COVID-19 no Brasil. In: **COVID-19: Abrindo o caminho para um mundo mais sustentável**. Springer, Cham, 2021. p. 109-124.



DAGAN, Noa et al. Vacina de Covid-19 de mRNA de BNT162b2 em um ambiente de vacinação em massa em todo o país. *New England Journal of Medicine*, v. 384, n. 15, pág. 1412-1423, 2021.

DEMENECH, Lauro Miranda et al. Desigualdade econômica e risco de infecção e morte por COVID-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, 2020.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. P.; SILVA, F. L., CHAN, B. L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Editora Campus: Rio de Janeiro, 2009.

GALVAN, Diego et al. Can socioeconomic, health, and safety data explain the spread of COVID-19 outbreak on Brazilian federative units?. *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n. 23, p. 8921, 2020.

GIORGI, Jeronimo. A pandemia e os argumentos para o sucesso do Uruguai. Folha de São Paulo, 2020. Disponível em < <https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2020/10/a-pandemia-e-os-argumentos-para-o-sucesso-do-uruguai.shtml>> Acesso em: 15 de nov. 2021.

GÓMEZ-HERRERA, Santiago et al. Distinct weather conditions and human mobility impacts on the SARS-CoV-2 outbreak in Colombia: Application of an artificial neural network approach. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 238, p. 113833, 2021.

GUIMARÃES, Raphael Mendonça; ELEUTERIO, Tatiana de Araujo; MONTEIRO-DA-SILVA, José Henrique Costa. Estratificação de risco para predição de disseminação e gravidade da Covid-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 37, 2020.

HAIR, J. F. et al. Análise Multivariada de Dados. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HOLTON, Kate. Imunização no Reino Unido: Mulher de 90 anos é a 1º vacinada contra COVID-19. CNN BRASIL, 2020. Disponível em < <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/britanica-de-90-anos-e-primeira-a-receber-a-vacina-da-pfizer-fora-dos-testes/>>. Acesso em: 16 de nov. 2021.

HUNG, Ivan FN; POLAND, Gregory A. Single-dose Oxford–AstraZeneca COVID-19 vaccine followed by a 12-week booster. *The Lancet*, v. 397, n. 10277, p. 854-855, 2021.

ILIN, Cornelia et al. Public mobility data enables covid-19 forecasting and management at local and global scales. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021.



KIRCH, J. L.; HONGYU, K.; SILVA, F. L.; DIAS, C. T. S. Análise Fatorial para Avaliação dos Questionários de Satisfação do Curso de Estatística de uma Instituição Federal. *E&S Engineering and Science*, v.6, n.1, 2017.

KRAEMER, Moritz UG et al. The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science*, v. 368, n. 6490, p. 493-497, 2020.

LEIVA, Guilherme de Castro; SATHLER, Douglas; ORRICO, Romulo Dante. Estrutura urbana e mobilidade populacional: implicações para o distanciamento social e disseminação da Covid-19. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 37, 2020.

LIMA, Eduardo Jorge da Fonseca; ALMEIDA, Amalia Mapurunga; KFOURI, Renato de Ávila. Vacinas para COVID-19-o estado da arte. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 21, p. 13-19, 2021.

LIU, Kai et al. Unexpected positive correlation between human development index and risk of infections and deaths of COVID-19 in Italy. *One Health*, v. 10, p. 100174, 2020

MALLAH, Saad I. et al. COVID-19: breaking down a global health crisis. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, v. 20, n. 1, p. 1-36, 2021.

MALHOTRA, Naresh. K. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 2006.

MOGI, Ryohei; SPIJKER, Jeroen. The influence of social and economic ties to the spread of COVID-19 in Europe. *Journal of Population Research*, p. 1-17, 2021.

MOLLALO, Abolfazl; VAHEDI, Behzad; RIVERA, Kiara M. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Science of the total environment*, v. 728, p. 138884, 2020.

NAKADA, Liane Yuri Kondo; URBAN, Rodrigo Custodio. COVID-19 pandemic: environmental and social factors influencing the spread of SARS-CoV-2 in São Paulo, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 30, p. 40322-40328, 2021.

NEGRI, Fernanda et al. Como a pesquisa científica e a inovação estão ajudando a combater o novo coronavírus no Brasil e no mundo. IPEA, 2020. Disponível em < <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/182-corona> >. Acesso em: 20 de jul. 2021.

NOTARI, Alessio; TORRIERI, Giorgio. COVID-19 transmission risk factors. *arXiv preprint arXiv:2005.03651*, 2020.

OLIVEIRA, Thayane. Quando as doenças viram números: as estatísticas da COVID-19. AGÊNCIA FIOCRUZ, 2020. Disponível em < <https://agencia.fiocruz.br/quando-doencas-viram-numeros-estatisticas-da-covid-19> >. Acesso em: 16 de nov. 2021.



OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. Genebra, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline>. Acesso em: 24 jul. 2021.

PIRES BRITO, Savio Breno et al. COVID-19 pandemic: the biggest challenge for the 21st century. **Vigilancia Sanitaria Em Debate-Sociedade Ciencia & Tecnologia**, p. 54-63, 2020.

PRESSE, France. Uruguai vive seu pior momento da pandemia e tem a maior taxa de contágios diários do mundo. G1, 2021. Disponível em <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2021/04/16/uruguai-vive-seu-pior-momento-da-pandemia-e-tem-a-maior-taxa-de-contagios-diaricos-do-mundo.ghtml>> Acesso em: 15 de nov. 2021.

RAHMAN, Md Arifur et al. A retrospective analysis of influence of environmental/air temperature and relative humidity on SARS-CoV-2 outbreak. 2020.

ROCHA, LUCAS. Entenda a alta de casos de COVID-19 em países com a vacinação avançada. CNN BRASIL, 2021. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/covid-19-entenda-a-alta-de-casos-em-paises-com-vacinacao-avancada/>>. Acesso em: 16 de nov. 2021.

SANTOS, José Alcides Figueiredo. Covid-19, causas fundamentais, classe social e território. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 18, 2020.

SCHLOSSER, Frank et al. COVID-19 lockdown induces disease-mitigating structural changes in mobility networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 52, p. 32883-32890, 2020.

SPADA, Alessia et al. Structural equation modeling to shed light on the controversial role of climate on the spread of SARS-CoV-2. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021.

TANTRAKARNAPA, Kraichat; BHOPDHORNANGKUL, Bhopkrit. Challenging the spread of COVID-19 in Thailand. **One Health**, v. 11, p. 100173, 2020.

TENORIO, Goretti. Vacinas contra Covid-19 tem apresentado efeitos positivos surpreendentes. CNN BRASIL, 2021. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2021/03/28/vacinas-contra-covid-19-tem-apresentado-efeitos-positivos-surpreendentes>>. Acesso em: 04 de ago. 2021.

THRON, Chris et al. Cost Effective Reproduction Number Based Strategies for Reducing Deaths from COVID-19. **Available at SSRN 3830001**, 2021.



TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. **Itajubá: Unifei**, 2012.

VIEIRA, Júlia Maggi et al. What do we know about COVID-19? A review article. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66, p. 534-540, 2020.

WONG, John EL; LEO, Yee Sin; TAN, Chorh Chuan. COVID-19 in Singapore—current experience: critical global issues that require attention and action. **Jama**, v. 323, n. 13, p. 1243-1244, 2020.

XIE, Zhixiang et al. Spatial and temporal differentiation of COVID-19 epidemic spread in mainland China and its influencing factors. **Science of The Total Environment**, v. 744, p. 140929, 2020.

XIONG, Y. et al. Spatial statistics and influencing factors of the epidemic of novel coronavirus pneumonia 2019 in Hubei Province, China. 2020.

XU, Tao et al. Causal Analysis of Health Interventions and Environments for Influencing the Spread of COVID-19 in the United States of America. **medRxiv**, 2020.

YANG, Xiaoxuan. Does city lockdown prevent the spread of COVID-19? New evidence from the synthetic control method. **Global Health Research and Policy**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2021.

ZHANG, Renyi et al. Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 117, n. 26, p. 14857-14863, 2020.

ZHANG, Huihui et al. The effect of sociodemographic factors on COVID-19 incidence of 342 cities in China: a geographically weighted regression model analysis. **BMC Infectious Diseases**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2021.



6. ANEXOS

ANEXO 1 – Relação de autores e variáveis analisadas no contexto de influência na disseminação da doença.

Variáveis	Notari e Torrieri(2020)	Zhang et al. (2021)	Galvan et al. (2020)	Liu et al. (2020)	Demenech et al. (2020)	Leiva et al. (2020)	Cruz e Santos (2021)	Mollalo et al. (2020)	Xiong et al. (2020)	Mogi e Spilker (2021)	Arefin et al. (2021)	Benita e Sacher (2021)	Nalada e Urban (2021)	Ahmadi et al. (2020)	Xie et al. (2020)	Tantaramapa e Bhopdhorngkul (2020)	Xu et al. (2020)	Rahman et al. (2020)	Arbel et al. (2021)	Spada et al. (2020)	Herrera et al. (2020)	
Leitos hospitalares/1000 pessoas																						
Número de médicos/1000 pessoas																						
Densidade demográfica																						
Índice de desenvolvimento humano																						
%População residente em área urbana																						
População com acesso à rede sanitária																						
% População idosa																						
% População obesa																						
% População abaixo do nível de pobreza																						
Temperatura																						
Prevalência de asma;																						
Tempo de participação no lazer/vida social																						
Precipitação média por ano;																						
Cobertura de vacinas como Pólio e Hepatite B																						
Parcela de homens com pressão alta;																						
Prevalência de diabetes (tipo 1 e 2, juntos);																						
Expectativa de vida																						
Turismo internacional: número de chegadas																						
Quantidade de contato em hábitos de saudação																						
Taxas de mortalidade por câncer de pulmão																						
Parcela da população com câncer																						
Consumo de álcool																						
Prevalência diária de tabagismo																						
Índice de UV																						
Níveis séricos de vitamina D																						
Tipos Sanguíneos																						
Distância entre as cidades																						
PIB																						
Instituições de Saúde /1000 pessoas																						
Quantidade de leitos de UTI																						
Quantidade ventiladores																						
Quantidade enfermeiros																						
Quantidade de EPI																						
desinfetante para as mãos																						
Quantidade de teste rápido																						
Quantidade de teste de PCR																						
Quantidade de comprimidos de cloroquina																						
Quantidade de cápsulas de oseltamivir																						
Distribuição de fundos federais																						
Salário																						
Doenças Crônicas																						
Acesso a água																						
Renda familiar média																						
Desigualdade de renda																						
Taxa de desemprego																						
Material particulado (PM) 2,5																						
Índice de qualidade do ar (AQI)																						
% de homens e mulheres negros;																						
% de homens e mulheres brancos																						
Taxa líquida de migração internacional																						
Número total de hospitais																						
Velocidade do vento																						
Umidade relativa e absoluta																						
Proporção de homens																						
Proporção de hipertensão [0-1] c																						
Ônibus públicos por 1000 pessoas																						
Proporção de atividades essenciais																						
Taxas de isolamento (SIR)																						
Radiação solar																						
densidade de empregos																						
Nº de pontos de interesse para aglomeração																						
Entalpia específica																						
Mobilidade Urbana																						



**ANEXO 2 - AFE e teste de confiabilidade inicial para o construto Caracterização da doença após o início da vacinação**

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Caracterização da doença Após o Início da Vacinação	CP 1 - Taxa de Infecção Após Início da Vacinação	1,006	0,41	0,475	-0,3
	CP 2 - Taxa de Mortalidade Após Início da Vacinação	0,639			
	CP 3 - Taxa de Letalidade Após Início da Vacinação	0			



**ANEXO 3 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Fatores Socioeconômicos após eliminar FSE5**

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Fatores Socioeconômicos	FSE 1 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,996	0,75	0,618	0,000028
	FSE 2 - PIB per capita (US\$)	0,703			
	FSE 3 - % População abaixo do nível de pobreza	-0,644			
	FSE 4 - % População idosa	0,680			
	FSE 6 - % População com acesso a rede sanitária	0,851			



**ANEXO 4 - AFE e teste de confiabilidade para o construto Fatores Socioeconômicos após eliminar FSE5 e FSE3**

Construto	Variável	Loading	KMO	%Variance	Alpha de cronbach
Fatores Socioeconômicos	FSE 1 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	1,014	0,7	0,666	0,000043
	FSE 2 - PIB per capta (US\$)	0,690			
	FSE 4 - % População idosa	0,699			
	FSE 6 - % População com acesso a rede sanitária	0,818			